



Esta obra está bajo una [Licencia
Creative Commons Atribución-
NoComercial-Compartirigual 2.5 Perú.](http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/pe/)

Vea una copia de esta licencia en

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/pe/>

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN–TARAPOTO

FACULTAD DE ECOLOGÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA SANITARIA



**Determinación de la capacidad de biosorción de Hierro (Fe) usando biomasa
Saccharomyces uvarum y *S.cerevisiae* a partir del desecho del proceso
industrial de la cerveza, en el tratamiento del agua de la
quebrada Juninguillo la Mina, Moyobamba 2016**

Tesis para optar al título profesional de Ingeniero Sanitario

AUTORES:

**Karla Cynthia Rojas Colmenares
Victor Manuel Baldera Velasquez**

ASESOR:

Blgo. M.Sc. Alfredo Iban Díaz Visitación

Código N° 06052516

Moyobamba – Perú

2019

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN-TARAPOTO

FACULTAD DE ECOLOGÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA SANITARIA



**Determinación de la capacidad de biosorción de Hierro (Fe) usando biomasa
Saccharomyces uvarum y *S.cerevisiae* a partir del desecho del proceso
industrial de la cerveza, en el tratamiento del agua de la
quebrada Juninguillo la Mina, Moyobamba 2016**

Tesis para optar al título profesional de Ingeniero Sanitario

AUTORES:

Karla Cynthia Rojas Colmenares
Victor Manuel Baldera Velasquez

Sustentado y aprobado el 28 de marzo del 2019, ante el honorable jurado:

Lic. Dr. Fabián Centurión Tapia
Presidente

Ing. M. Sc. Mirtha Felicita Valverde Vera
Secretario

Ing. M. Sc. Alfonso Rojas Bardález
Miembro

Blgo. M. Sc. Alfredo Ibán Díaz Visitación
Asesor

Declaratoria de Autenticidad

Karla Cynthia Rojas Colmenares, con DNI N° 45857149 y **Victor Manuel Baldera Velasquez** con DNI N° 70157765, egresados de la Facultad de Ecología, Escuela Profesional de Ingeniería Sanitaria de la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto, con la tesis titulada: **Determinación de la capacidad de biosorción de Hierro (Fe) usando biomasa *Saccharomyces uvarum* y *S.cerevisiae* a partir del desecho del proceso industrial de la cerveza, en el tratamiento del agua de la quebrada Juningullo la Mina, Moyobamba 2016**

Declaramos bajo juramento que:

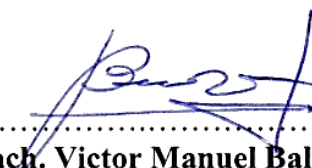
1. La tesis presentada es de nuestra autoría.
2. Hemos respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas. Por tanto, la tesis no ha sido plagiada ni total ni parcialmente.
3. La tesis no ha sido auto plagiada; es decir, no ha sido publicada ni presentada anteriormente para obtener algún grado académico previo o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados y por tanto los resultados que se presenten en la tesis se constituirán en aportes a la realidad investigada.

De considerar que el trabajo cuenta con una falta grave, como el hecho de contar con datos fraudulentos, demostrar indicios y plagio (al no citar la información con sus autores), plagio (al presentar información de otros trabajos como propios), falsificación (al presentar la información e ideas de otras personas de forma falsa), entre otros, asumimos las consecuencias y sanciones que de nuestra acción se deriven, sometiéndonose a la normatividad vigente de la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto.

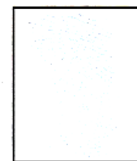
Moyobamba, 28 de marzo del 2019.



.....
Bach. Karla Cynthia Rojas Colmenares
DNI N° 45857149



.....
Bach. Victor Manuel Baldera Velasquez
DNI N° 70157765



Formato de autorización NO EXCLUSIVA para la publicación de trabajos de investigación, conducentes a optar grados académicos y títulos profesionales en el Repositorio Digital de Tesis.

1. Datos del autor:

Apellidos y nombres:	Rojas Colmenarez Karla Cynthia		
Código de alumno :	105254	Teléfono:	938102932
Correo electrónico :	Karlarojascynthia@gmail.com DNI: 47857149		

(En caso haya más autores, llenar un formulario por autor)

2. Datos Académicos

Facultad de:	Ecología
Escuela Profesional de:	Ingeniería Sanitaria

3. Tipo de trabajo de investigación

Tesis	(X)	Trabajo de investigación	()
Trabajo de suficiencia profesional	()		

4. Datos del Trabajo de investigación

Título:	Determinación de la Capacidad de biodegradación de Heterotef usando biomasa Saccharomyces uvarum y S. cerevisiae a partir del desecho del proceso industrial de la cerveza, en el tratamiento del agua de la quebrada Jeringuillo la Hino, Moyobamba 2016
Año de publicación:	2019

5. Tipo de Acceso al documento

Acceso público *	(X)	Embargo	()
Acceso restringido **	()		

Si el autor elige el tipo de acceso abierto o público, otorga a la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto, una licencia **No Exclusiva**, para publicar, conservar y sin modificar su contenido, pueda convertirla a cualquier formato de fichero, medio o soporte, siempre con fines de seguridad, preservación y difusión en el Repositorio de Tesis Digital. Respetando siempre los Derechos de Autor y Propiedad Intelectual de acuerdo y en el Marco de la Ley 822.

En caso que el autor elija la segunda opción, es necesario y obligatorio que indique el sustento correspondiente:

6. Originalidad del archivo digital.

Por el presente dejo constancia que el archivo digital que entrego a la Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto, como parte del proceso conducente a obtener el título profesional o grado académico, es la versión final del trabajo de investigación sustentado y aprobado por el Jurado.

7. Otorgamiento de una licencia *CREATIVE COMMONS*

Para investigaciones que son de acceso abierto se les otorgó una licencia *Creative Commons*, con la finalidad de que cualquier usuario pueda acceder a la obra, bajo los términos que dicha licencia implica

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/pe/>

El autor, por medio de este documento, autoriza a la Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto, publicar su trabajo de investigación en formato digital en el Repositorio Digital de Tesis, al cual se podrá acceder, preservar y difundir de forma libre y gratuita, de manera íntegra a todo el documento.

Según el inciso 12.2, del artículo 12° del Reglamento del Registro Nacional de Trabajos de Investigación para optar grados académicos y títulos profesionales - RENATI “**Las universidades, instituciones y escuelas de educación superior tienen como obligación registrar todos los trabajos de investigación y proyectos, incluyendo los metadatos en sus repositorios institucionales precisando si son de acceso abierto o restringido, los cuales serán posteriormente recolectados por el Repositorio Digital RENATI, a través del Repositorio ALICIA**”.



Firma del Autor

8. Para ser llenado en la Oficina de Repositorio Digital de Ciencia y Tecnología de Acceso Abierto de la UNSM – T.

Fecha de recepción del documento:

24 / 05 / 2019



Firma del Responsable de Repositorio
Digital de Ciencia y Tecnología de Acceso
Abierto de la UNSM – T.

***Acceso abierto:** uso lícito que confiere un titular de derechos de propiedad intelectual a cualquier persona, para que pueda acceder de manera inmediata y gratuita a una obra, datos procesados o estadísticas de monitoreo, sin necesidad de registro, suscripción, ni pago, estando autorizada a leerla, descargarla, reproducirla, distribuirla, imprimirla, buscarla y enlazar textos completos (Reglamento de la Ley No 30035).

**** Acceso restringido:** el documento no se visualizará en el Repositorio.

Formato de autorización NO EXCLUSIVA para la publicación de trabajos de investigación, conducentes a optar grados académicos y títulos profesionales en el Repositorio Digital de Tesis.

1. Datos del autor:

Apellidos y nombres:	Baldera Velasquez Victor Manuel.		
Código de alumno :	105204	Teléfono:	965 032 710
Correo electrónico :	baldera-velasquez@hotmail.com		DNI: 70157765

(En caso haya más autores, llenar un formulario por autor)

2. Datos Académicos

Facultad de:	Ecología
Escuela Profesional de:	Ingeniería Sanitaria

3. Tipo de trabajo de investigación

Tesis	(X)	Trabajo de investigación	()
Trabajo de suficiencia profesional	()		

4. Datos del Trabajo de investigación

Título:	Determinación de la capacidad de biosorción de Hierro (Fe) usando biomasa <i>Saccharomyces Uvarum</i> y <i>S. cerevisiae</i> a partir del desecho del proceso industrial de la cerveza, en el tratamiento del agua de la quebrada Juningullo la Mina, Mayobamba 2016.
Año de publicación:	2019

5. Tipo de Acceso al documento

Acceso público *	(X)	Embargo	()
Acceso restringido **	()		

Si el autor elige el tipo de acceso abierto o público, otorga a la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto, una licencia **No Exclusiva**, para publicar, conservar y sin modificar su contenido, pueda convertirla a cualquier formato de fichero, medio o soporte, siempre con fines de seguridad, preservación y difusión en el Repositorio de Tesis Digital. Respetando siempre los Derechos de Autor y Propiedad Intelectual de acuerdo y en el Marco de la Ley 822.

En caso que el autor elija la segunda opción, es necesario y obligatorio que indique el sustento correspondiente:

6. Originalidad del archivo digital.

Por el presente dejo constancia que el archivo digital que entrego a la Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto, como parte del proceso conducente a obtener el título profesional o grado académico, es la versión final del trabajo de investigación sustentado y aprobado por el Jurado.

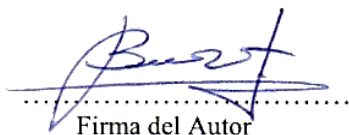
7. Otorgamiento de una licencia *CREATIVE COMMONS*

Para investigaciones que son de acceso abierto se les otorgó una licencia *Creative Commons*, con la finalidad de que cualquier usuario pueda acceder a la obra, bajo los términos que dicha licencia implica

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/pe/>

El autor, por medio de este documento, autoriza a la Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto, publicar su trabajo de investigación en formato digital en el Repositorio Digital de Tesis, al cual se podrá acceder, preservar y difundir de forma libre y gratuita, de manera íntegra a todo el documento.

Según el inciso 12.2, del artículo 12° del Reglamento del Registro Nacional de Trabajos de Investigación para optar grados académicos y títulos profesionales - RENATI “**Las universidades, instituciones y escuelas de educación superior tienen como obligación registrar todos los trabajos de investigación y proyectos, incluyendo los metadatos en sus repositorios institucionales precisando si son de acceso abierto o restringido, los cuales serán posteriormente recolectados por el Repositorio Digital RENATI, a través del Repositorio ALICIA**”.



.....
Firma del Autor

8. Para ser llenado en la Oficina de Repositorio Digital de Ciencia y Tecnología de Acceso Abierto de la UNSM – T.

Fecha de recepción del documento:

24 / 05 / 2019



.....
Firma del Responsable de Repositorio
Digital de Ciencia y Tecnología de Acceso
Abierto de la UNSM – T.

***Acceso abierto:** uso lícito que confiere un titular de derechos de propiedad intelectual a cualquier persona, para que pueda acceder de manera inmediata y gratuita a una obra, datos procesados o estadísticas de monitoreo, sin necesidad de registro, suscripción, ni pago, estando autorizada a leerla, descargarla, reproducirla, distribuirla, imprimirla, buscarla y enlazar textos completos (Reglamento de la Ley No 30035).

**** Acceso restringido:** el documento no se visualizará en el Repositorio.

Dedicatoria

Esta tesis va dedicado a mis padres, Carlos Rojas Ruiz y Elsa Noemí Colmenares Manrique, por su apoyo, consejo, comprensión, amor, porque creyeron en mí, hoy puedo ver alcanzada mi meta, ya que siempre estuvieron impulsándome en los momentos más difíciles de mi carrera.

Karla Cynthia Rojas Colmenares

A mis padres: Víctor José Baldera Farroñan, Nila Velásquez Ordoñez, por sus consejos, comprensión, amor y su apoyo en todo momento a lo largo de mi carrera profesional, por haberme enseñándome a crecer cada día como persona, gracias a ellos hoy doy este gran paso en la vida.

Victor Manuel Baldera Velasquez

Agradecimiento

Agradecemos a Dios por habernos acompañado y guiado a lo largo de nuestra formación académica, por ser nuestra fortaleza en los momentos de debilidad y por brindarnos una vida llena de aprendizajes, experiencias y de mucha felicidad.

A nuestros padres por habernos forjado como las personas que somos en la actualidad; muchos de nuestros logros se lo debemos a ellos entre los que se incluye este, nos motivaron constantemente para alcanzar nuestras metas.

A los docentes de la Universidad Nacional San Martín- Tarapoto quienes se han tomado el arduo trabajo de transmitirnos sus diversos conocimientos para el logro de nuestras metas y propósitos.

A nuestro asesor Blgo. M.Sc. Alfredo Iban Díaz Visitación, quien nos brindó la disponibilidad de su tiempo y asesoría en el desarrollo de este trabajo de investigación con sus aportes, críticas y sugerencias.

Índice

	Pág.
Dedicatoria	vi
Agradecimiento	vii
Indice	viii
Indice de Tablas	ix
Indice de Figuras	x
Resumen.....	xi
Abstract.....	xii
Introducción	1
CAPÍTULO I: REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	3
1.1. Antecedente de la investigación	3
1.2. Base teórica	8
1.3. Definición de Términos.....	23
CAPÍTULO II MATERIAL Y MÉTODOS	24
2.1. Material.....	24
2.2. Método.....	24
2.3. Técnicas e instrumentos para la recolección de datos	24
2.4. Técnicas de procesamiento y análisis de datos	26
CAPÍTULO III RESULTADOS Y DISCUSIÓN	27
3.1. Resultados.....	27
3.1.1 Análisis de la Prueba de Jarras - Hierro.....	27
3.1.2 Relación entre condiciones iniciales, dosis optimas con <i>Sacharomyces</i> <u>uvarum</u> y <i>S. cerevisiae</i> y condiciones finales	41
3.1.3 Porcentaje de remocion de los parámetros fisicoquímicos con <i>Sacharomyces uvarum</i> y <i>S.cerevisiae</i>	42
3.2. Discución de resultados.	44
CONCLUSIONES.....	45
RECOMENDACIONES.....	46
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	47
ANEXOS	49

Índice de Tablas

	Pág.
Tabla 1 Límites máximos permisibles calidad del agua para consumo humano.....	10
Tabla 2 Estándares de calidad ambiental (ECA).....	10
Tabla 3 Resumen de los ensayos realizados de los parámetros de la turbiedad	41
Tabla 4 Resumen de los ensayos realizados de los parámetros del hierro	42
Tabla 5 Remoción de la turbiedad.....	43
Tabla 6 Remoción del hierro.....	43

Índice de Figuras

	Pág.
Figura 1. Proceso de biosorción de metales	20
Figura 2. Aparato agitador para la Prueba de Jarras.....	22
Figura 3. Primer ensayo del Hierro con <i>Saccharomyces uvarum</i> y <i>S. cerevisiae</i>	27
Figura 4. Segundo ensayo del Hierro con <i>Saccharomyces uvarum</i> y <i>S. cerevisiae</i>	28
Figura 5. Tercer ensayo del Hierro con <i>Saccharomyces uvarum</i> y <i>S. cerevisiae</i>	29
Figura 6. Cuarto ensayo del Hierro con <i>Saccharomyces uvarum</i> y <i>S. cerevisiae</i>	30
Figura 7 Quinto ensayo del Hierro con <i>Saccharomyces uvarum</i> y <i>S. cerevisiae</i>	31
Figura 8. Sexto ensayo del Hierro con <i>Saccharomyces uvarum</i> y <i>S. cerevisiae</i>	32
Figura 9. Séptimo ensayo del Hierro con <i>Saccharomyces uvarum</i> y <i>S. cerevisiae</i>	33
Figura 10. Octavo ensayo del Hierro con <i>Saccharomyces uvarum</i> y <i>S. cerevisiae</i>	34
Figura 11. Noveno ensayo del Hierro con <i>Saccharomyces uvarum</i> y <i>S. cerevisiae</i>	35
Figura 12. Decimo ensayo del Hierro con <i>Saccharomyces uvarum</i> y <i>S. cerevisiae</i>	36
Figura 13. Onceavo ensayo del Hierro con <i>Saccharomyces uvarum</i> y <i>S. cerevisiae</i>	37
Figura 14. Doceavo ensayo del Hierro con <i>Saccharomyces uvarum</i> y <i>S. cerevisiae</i>	38
Figura 15. Treceavo ensayo del Hierro con <i>Saccharomyces uvarum</i> y <i>S. cerevisiae</i>	39
Figura 16. Catorceavo ensayo del Hierro con <i>Saccharomyces uvarum</i> y <i>S. cerevisiae</i>	40

Resumen

El estudio realizado se plantea con la finalidad de determinar la capacidad de biosorción de Hierro (Fe) usando Biomasa *Saccharomyces uvarum* y *S. cerevisiae* como parte en el tratamiento fisicoquímico de las aguas de la quebrada Juninguillo la Mina, así mismo identificar la dosis de biomasa *Saccharomyces Uvarum* y *S. cerevisiae*; velocidad y tiempo óptimo en el proceso de biosorción de Hierro (Fe) y determinar en qué medida el proceso de biosorción de *Saccharomyces Uvarum* y *S. cerevisiae* influyen en la calidad del agua de Juninguillo la Mina, Moyobamba. El estudio se empezó en campo, con las tomas de muestras respectivas tanto de la biomasa como del agua de la quebrada Juninguillo la Mina, posteriormente aplicando la metodología experimental con la técnica y los conocimientos adquiridos en nuestra formación académica, reproducimos el objeto de estudio en condiciones controladas, aplicando la prueba de jarras en 14 ensayos desarrollados en los laboratorios de la EPS-Moyobamba. Con los resultados obtenidos se demostró que: para identificar la dosis óptima de biomasa *Saccharomyces uvarum* y *S. cerevisiae*, se realizaron 14 ensayos de prueba jarras, siendo eficiente el ensayo n° 14 con 85 mg/L con Hierro de 0.13 mg/l y de remoción de 87.5 %. Los resultados obtenidos de los ensayos n° 07 al 14 de la tabla 4 de Los parámetros del Hierro final, respecto a los iniciales, cumplen con los Estándares de calidad ambiental del D.S. 004-2017 MINAN Cat.A1 y el D.S 031-2010 SA de los LMPs, siendo no considerado los números de ensayos del 1 al 6 de la tabla 4, no cumplen con los estándares de calidad ambiental del D.S. 004-2017 MINAN Cat.A1 y el D.S 031-2010 SA de los LMPs de la norma vigente. Los procesos de la coagulación, floculación y decantación con el coagulante *Saccharomyces uvarum* y *S. cerevisiae*, influye en la reducción y remoción de los niveles iniciales evaluados en la concentración de hierro. Es recomendable utilizar la biomasa en volúmenes pequeños de agua como en zonas rurales, para un tratamiento óptimo.

Palabras clave: biomasa, metales pesados, biosorción.

Abstract

This study was carried out in order to determine the bio sorption capacity of Iron (Fe) using *Saccharomyces uvarum* and *S. cerevisiae* Biomass as part of the physicochemical treatment of the waters of the Juninguillo the Mina stream, as well as to identify the *Saccharomyces Uvarum* and *S. cerevisiae* biomass dose; Optimal speed and time in the Iron biosorption process (Fe) and determine to what extent the biosorption process of *Saccharomyces Uvarum* and *S. cerevisiae* influence the water quality of Juninguillo the Mina, Moyobamba. The study was started in the field, with the respective sampling of both the biomass and the water from the Juninguillo the Mina stream, later applying the experimental methodology with the technique and the knowledge acquired in our academic training, we reproduce the object of study in controlled conditions, applying jar test in 14 tests developed in the laboratories of the EPS-Moyobamba. With the results obtained, it was demonstrated that: to identify the optimal dose of *Saccharomyces uvarum* and *S. cerevisiae* biomass, 14 pitcher test trials were carried out, being efficient the test n ° 14 with 85 mg / L with iron of 0.13 mg / l and removal of 87.5%. The results obtained from the tests n ° 07 to 14 of table 4 of the parameters of the final iron, with respect to the initial ones, comply with the environmental quality standards of D.S. 004-2017 MINAN Cat.A1 and D.S 031-2010 SA of the LMPs, the numbers of tests 1 to 6 of table 4 not being considered, do not meet the environmental quality standards of D.S. 004-2017 MINAN Cat.A1 and D.S 031-2010 SA of the LMPs of the current standard. The processes of coagulation, flocculation and decantation with the *Saccharomyces uvarum* and *S. cerevisiae* coagulant, influences the reduction and removal of the initial levels evaluated in the concentration of iron. It is advisable to use biomass in small volumes of water, such as in rural areas, for optimal treatment.

Keywords: biomass, heavy metals, bio sorption.



Introducción

El agua es un elemento esencial para la vida, no solo por ser un disolvente para innumerables sustancias, sino también por las muchas reacciones químicas en las que interviene. Para el hombre, el agua es de vital importancia para su consumo y progreso, ya que le requiere en cantidades y calidades específicas para su uso personal, en el riego agrícola, para su uso industrial y en una innumerable lista. Las aguas contienen elementos químicos en su composición, que son esenciales para la vida; pero en cantidades grandes pueden ser perjudiciales para la salud. Siendo necesario realizar una serie de procesos que conforman la potabilización del agua para purificarla y que sea apta para el consumo humano. La quebrada Juninguillo la Mina, es una alternativa para el abastecimiento de agua potable para la población de Moyobamba, ya que esta ciudad ha tenido un notable crecimiento demográfico. Es necesario considerar de importancia el tratamiento de estas aguas para el abastecimiento; siempre y cuando estas aguas generen menor gasto en su tratamiento. Siendo necesario analizar los parámetros físicos, químicos y biológicos. Siendo conveniente identificar la causa directa que genera las altas concentraciones de estos elementos presentes en el agua.

¿Cuál es la dosis óptima de la biomasa *Saccharomyces uvarum* y *S.cerevisiae*, para la Biosorción de Hierro (Fe), en el tratamiento del agua de la quebrada Juninguillo la Mina, Moyobamba?

El estudio realizado se plantea con la finalidad de determinar la capacidad de biosorción de Hierro (Fe) usando biomasa *Saccharomyces uvarum* y *S. cerevisiae* como parte en el tratamiento fisicoquímico de las aguas de la quebrada Juninguillo la Mina, así mismo identificar la dosis de biomasa *Saccharomyces Uvarum* y *S. cerevisiae*; velocidad y tiempo óptimo en el proceso de biosorción de Hierro (Fe) y determinar en qué medida el proceso de biosorción de *Saccharomyces Uvarum* y *S. cerevisiae* influyen en la calidad del agua de Juninguillo la Mina, Moyobamba. El estudio se empezó en campo, con las tomas de muestras respectivas, para la cual nos trasladamos a la Industria Cervecera Backus Johnston ubicada en la Av. Industrial Ricardo Bentín Mujica N° 1101, Motupe, Lambayeque, de cual recogimos la muestra de la biomasa *Saccharomyces uvarum* y *S. cerevisiae* del residuos del proceso industrial de la cerveza así mismo tomamos las muestras de agua de

la quebrada Juninguillo la Mina para desarrollar los diferentes ensayos, posteriormente pasamos a la etapa de trabajo en laboratorio, para este fin utilizamos el laboratorio de la EPS-Moyobamba, ubicado en la instalaciones de la planta de tratamiento de agua para consumo humano, donde se llevó a cabo toda la parte experimental del proceso de mezcla rápida, coagulación, floculación y decantación con la ayuda del equipo de prueba de jarras, para lo cual se realizaron catorce (14) ensayos respaldados por laboratorio, se procedió en primer lugar a determinar las concentraciones iniciales de 7 parámetros contaminantes (pH, Turbiedad, Hierro, Dureza, Color, Temperatura, Conductividad); para proseguir con la determinación de la velocidad y dosis de coagulante, para obtener la mayor cantidad de reducción de los parámetros anteriormente mencionados. Después de terminado el tiempo de floculación se procedió a poner las paletas de agitación a una revolución cero (parar el equipo) y dejar sedimentar por un espacio de tiempo de 10 minutos; transcurrido este tiempo se tomó las respectivas muestras de 30 ml de cada vaso precipitado a 4 cm. de profundidad de la superficie, procurando no agitar la muestra para evitar la remoción del lodo sedimentado. Luego se procedió a tomar los parámetros finales de Turbiedad, pH, Hierro, Dureza Color, Temperatura y Conductividad para cada ensayo establecido, finalmente se tomó la mejor dosis óptima de remoción de los parámetros de Turbiedad y Hierro de cada ensayo realizado. Con los resultados obtenidos se demostró que: para identificar la dosis óptima de biomasa *Saccharomyces uvarum* y *S. cerevisiae*, se realizaron 14 ensayos de prueba jarras, siendo eficiente el ensayo n° 14 con 85 mg/L con Hierro de 0.13 mg/l y de remoción de 87.5 %. Los resultados obtenidos de los ensayos n° 07 al 14 de la tabla 4 de Los parámetros del Hierro final, respecto a los iniciales, cumplen con los Estándares de calidad ambiental del D.S. 004-2017 MINAN Cat.A1 y el D.S 031-2010 SA de los LMPs, siendo no considerado los números de ensayos del 1 al 6 de la tabla 4, no cumplen con los Estándares de calidad ambiental del D.S. 004-2017 MINAN Cat.A1 y el D.S 031-2010 SA de los LMPs de la norma vigente, así mismo se determinó que la biomasa de *Saccharomyces uvarum* y *S.cerevisiae* procedente del residuos del proceso industrial de la cerveza sería un insumo adecuado para tratamiento de agua de consumo humano a pequeña escala ya que en nuestra experimentación se concluye que realizando la prueba de jarras y asignando un porcentaje a la biomasa hay una remoción eficiente de la turbiedad y hierro, visto el comportamiento presentado por la biomasa *Saccharomyces uvarum* y *S.cerevisiae* sería muy recomendable utilizarlo como una nueva tecnologías en tratamiento en zonas rurales por utilizar estas volúmenes pequeños de recurso hídrico.

CAPÍTULO I

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

1.1. Antecedente de la investigación

Internacionales

Cañizares (2000), en su trabajo denominado: “Biosorción de metales pesados mediante el uso de biomasa microbiana”, concluyeron que los procesos de biosorción de metales pesados, particularmente aquellos que utilizan hongos/levaduras, podrían encontrar aplicación en México, ya que es un país que cuenta con una industria de fermentación importante (e. g. ácido cítrico, levadura de panificación, cerveza, vinos, enzimas, antibióticos, etc.), que pudiera proveer de la biomasa microbiana que sería utilizada como biosorbente.

El desarrollo potencial de los sistemas microbianos para la recuperación de metales, depende de muchos factores que incluyen la capacidad, eficiencia y selectividad del biosorbente, su facilidad de recuperación, su equivalencia con los tratamientos físicos y químicos actualmente en uso, así como su economía y tolerancia en contra de interferencias de otros componentes de los efluentes ó de las condiciones de operación. Se ha sugerido que, para poder competir con las tecnologías existentes, las eficiencias de remoción tienen que ser $> 99 \%$ y sus capacidades de carga deben ser $> 15 \text{ mg/g}$.

Debe quedar claro que las tecnologías basadas en el uso de biomasa microbiana no tienen necesariamente que remplazar a los tratamientos ya existentes, pero si pueden actuar como complemento en los procesos existentes.

Cárdenas (2010), en su trabajo denominado: “Aislamiento de hongos resistentes a metales pesados a partir de agua de diferentes ríos de la huasteca potosina”, los hongos aislados presentan diferentes patrones de resistencia a los metales analizados, la mayoría crecen en plomo y zinc, pocos en mercurio y arsénico, y la mayor sensibilidad encontrada fue a cadmio. Estos hongos se pueden utilizar para la captación de metales pesados en solución solos o acompañados de otras biomasas, lo cual es el siguiente paso, según como se reporta en la literatura. Los resultados obtenidos indican un cambio en la microflora debido a un aumento en la contaminación por metales pesados de los ríos estudiados.

Acosta, Cárdenas, Martínez (2012), en su trabajo denominado: “El Uso de diferentes biomásas para la eliminación de metales pesados en sitios contaminados”, se ha trabajado con algunas biomásas naturales para tratar de eliminar metales pesados de aguas residuales, uno de los objetivos fue determinar la remoción y reducción de cromo (VI) en solución acuosa esto se realizó para las cáscaras de limón, naranja, mandarina, melón, encontrando que las biomásas de las diferentes cáscaras analizadas remueven eficientemente el metal en solución, también lo reducen a cromo (III) y son muy eficientes en los ensayos de biorremediación con tierra contaminada con cromo (VI), por lo que pueden utilizarse para eliminar el metal presente en sitios contaminados como aguas residuales industriales, pues presentan una igual o mayor capacidad a otras biomásas reportadas, biomásas analizadas y reportadas en la literatura remueven eficientemente diferentes metales pesados y arsénico en solución, por lo que pueden utilizarse para eliminar los metales presentes en sitios contaminados como aguas residuales industriales, además de que algunas de ellas pueden reducirlos a formas menos tóxicas. La aplicación de estas tecnologías para la remoción de metales pesados en solución, para la purificación de aguas residuales y/o recuperación de metales preciosos presenta un gran potencial, pues las biomásas son naturales, se pueden obtener en grandes cantidades, son económicas y pueden remover selectivamente diferentes iones metálicos de soluciones acuosas.

Izquierdo (2010), en su trabajo denominado: “Eliminación de metales pesados en aguas mediante bioadsorción. Evaluación de materiales y modelación del proceso”, menciona una de las principales fuentes de contaminación de las aguas es el vertido de efluentes insuficientemente depurados, razón por la que el control de vertidos ha centrado gran parte de las actuaciones legislativas de las administraciones competentes en esta materia. Las técnicas convencionales de depuración de metales pesados presentan dificultades para lograr el cumplimiento de los límites de vertido siendo necesaria la búsqueda de técnicas alternativas para reducir estas emisiones.

Ruiz (2012), en su trabajo denominado: “Biosorción de metales pesados por microorganismos aislados de aguas residuales”, el objetivo es el estudio de la bioadsorción como tecnología para el tratamiento de aguas residuales industriales contaminadas con metales pesados utilizando *Posidonia oceánica* y turba como bioadsorbentes. Para ello se ha implementado una metodología dirigida al desarrollo de una herramienta de predicción del proceso de bioadsorción en lecho fijo y a la evaluación de la potencial aplicación del

proceso a nivel industrial, los resultados se inician con el estudio experimental dirigido a la evaluación del uso de la Posidonia oceánica y de la turba para la eliminación de cobre en aguas.

Mejía (2006), existen extensas áreas rurales contaminadas por metales pesados, debido a residuos líquidos y sólidos de diferentes industrias (curtiembres, minería, siderúrgicas, etc.), presentándose así una importante merma en las áreas destinadas a proyectos agropecuarios. La biosorción de metales pesados por medio de microorganismos, es un proceso que utiliza biomasa viva o muerta, para retirar o inmovilizar estos iones metálicos de un medio líquido o sólido; se ha estudiado en detalle desde los años 70. Se ha logrado un amplio conocimiento acerca de los mecanismos físico – químicos del proceso, llevando actualmente las investigaciones a la transformación genética de microorganismos para la optimización del proceso de biosorción. Generalmente los metales pesados se remueven por medio de procesos físico-químicos, los cuales son muy costosos e ineficientes cuando éstos están en bajas concentraciones, por lo anterior se han buscado alternativas biotecnológicas que permitan su remediación por medio de organismos vivos como bacterias, algas y hongos, con el fin de lograr alta eficiencia en la remoción de estos iones metálicos (> 99 %) y bajos costos. Estos sistemas biorremediadores se han logrado implantar en grandes industrias y empresas mineras mundiales después de muchas investigaciones.

Nacionales

Reglamento de Calidad del Agua para Consumo. Perú (2011). El agua es uno de los bienes más importantes y escasos que tienen las personas alrededor del mundo, nuestro país no es una excepción; muchas de nuestras poblaciones se ven obligados a beber de fuentes cuya calidad deja mucho que desear y produce un sin fin de enfermedades a niños y adultos. El acceso al agua potable es una necesidad primaria y por lo tanto un derecho humano fundamental, en este contexto era necesario actualizar el Reglamento de los requisitos Oficiales Físicos, Químicos y Bacteriológicos que deben reunir las aguas de bebida para ser consideradas potables, que por su antigüedad (1946), se hacía inaplicable; es entonces que en el año 2000, la Dirección General de Salud Ambiental, asume la tarea de elaborar el “Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano”, tarea que el 26 de setiembre del 2010, a través del D.S. N° 031-2010-SA, se vio felizmente culminada. Este

nuevo Reglamento, a través de sus 10 títulos, 81 artículos, 12 disposiciones complementarias, transitorias y finales y 5 anexos; no solo establece límites máximos permisibles, en lo que a parámetros microbiológicos, parasitológicos, organolépticos, químicos orgánicos e inorgánicos y parámetros radiactivos, se refiere; sino también le asigna nuevas y mayores responsabilidades a los Gobiernos Regionales, respecto a la Vigilancia de la Calidad del Agua para Consumo humano.

Flores (2001), en su trabajo denominado: “Bioremediación De Metales Tóxicos En Efluentes Mineros Aplicando Biosorción”, menciona la bioremediación es uno de los métodos para eliminar los contaminantes metálicos de los efluentes mineros. Su aplicación provee una ventaja técnica y económica frente a otros como el intercambio iónico o el uso de membranas. En la bioacumulación, técnica de la bioremediación, las especies metálicas se incorporan en el interior de las células de microorganismos; su inconveniencia radica en la necesidad de preparar cultivos y condiciones especiales para mantener las biomásas. En cambio, la biosorción utiliza polímeros naturales, llamados biopolímeros; las características funcionales de estas macromoléculas les confieren la capacidad de absorber bajo condiciones predeterminadas, especies metálicas diversas, algunos son derivados de algas como los alginatos, poliamidas de cabellos, colágeno de tejidos óseos o quitina y quitosano provenientes del caparazón de crustáceos. El quitosano en particular se obtiene de la quitina, biopolímero más abundante después de la celulosa, su fuente principal es la industria alimenticia de langostinos, camarones, cangrejos, etc. La bioremediación por biosorción en el caso del quitosano es una técnica limpia a partir de materiales de desecho industrial. En el Perú la fuente principal son los desechos de la industria langostinera en nuestra costa norte.

Gutiérrez (2016), en el Perú la actividad minera es la principal fuente de emisión de metales, los metales pesados son potencialmente devastadores para el ambiente ya que contaminan el aire, el agua y la tierra. En la Resolución N° 023-2016-OEFA/TFA-SEM del Ministerio del Ambiente se hace referencia a los metales pesados como uno de los contaminantes ambientales más peligrosos debido a que no son biodegradables y a su potencial de acumulación (OEFA, 2016), afectando la biodiversidad de ríos y lagos produciendo en muchos casos la mortalidad de los organismos vivos presentes en estos ecosistemas. El objetivo de la investigación fue determinar la influencia del tamaño de partícula de pectina de naranja y el tiempo de contacto en la disminución del contenido de

hierro en aguas ácidas de los relaves mineros procedentes del centro minero de Quiruvilca, Departamento de la Libertad, cuya concentración inicial de Fe fue de 540,52 ppm. Tras someter los efluentes a los diferentes tratamientos, se obtuvo una mayor adsorción del Fe con el mayor tamaño de partícula (malla # 50) y con el menor tiempo de contacto en agitación (4 horas), con una reducción del 54% con respecto a la concentración inicial de Fe. Concluyendo que se logra una considerable disminución del contenido de Fe en las aguas ácidas trabajando con un menor tiempo de contacto y un mayor tamaño de partícula de pectina.

Trelles. (2013) El arsénico (As) es un metaloide ampliamente distribuido en la corteza terrestre. Aunque en estado elemental no es soluble en agua, sus sales presentan un amplio rango de solubilidad dependiendo del pH y el ambiente iónico. El arsénico es introducido en el agua a través de la disolución de rocas y depósitos naturales en el suelo, minerales de hierro provenientes de 7 efluentes industriales (incluyendo desagües industriales) y por deposición atmosférica. La liberación del arsénico del suelo puede verse afectada por la humedad, pH, temperatura, solubilidad, características redox de las especies de arsénico presentes y su reactividad con el CO₂ y H₂O.

Regionales

More y Guerra (2013), tesis para optar al título profesional de ingeniero sanitario. Universidad Nacional de San Martín-Tarapoto. Evaluación del uso y aprovechamiento potencial de agua para el abastecimiento en la microcuenca de la quebrada Juningullo Moyobamba. Concluye que: La calidad del agua, el PH, el sulfato y el nitrito no superan los estándares de calidad ambiental de acuerdo al decreto supremo N 002-2008- MINAM, el Hierro con una concentración máxima de 3 mg/L, el nitrato con una concentración máxima de 0,5 mg/L y el manganeso con una concentración máxima de 0,5 mg/L, estas superan los estándares de calidad ambiental, por otra parte el análisis bacteriológico de coliformes fecales y coliformes totales superan los ECAS en todos los puntos de muestreo por lo tanto el agua para ser utilizada para consumo humano es necesario un tratamiento avanzado en el caso de los parámetros que sobrepasan los ECAS.

1.2.Base teórica

Calidad del Agua

El término calidad del agua es relativo y solo tiene importancia universal si está relacionado con el uso del recurso. Esto quiere decir que una fuente de agua suficientemente limpia que permita la vida de los peces puede no ser apta para la natación y un agua útil para el consumo humano puede resultar inadecuada para la industria. Para decidir si un agua califica para un propósito particular, su calidad debe especificarse en función del uso que se le va a dar. Bajo estas consideraciones, se dice que un agua está contaminada cuando sufre cambios que afectan su uso real o potencial.

Es importante anotar que la evaluación de la calidad del agua se realiza usando técnicas analíticas adecuadas para cada caso. Para que los resultados de estas determinaciones sean representativos, es necesario dar mucha importancia a los procesos de muestreo y a las unidades y terminología empleadas. Para una correcta interpretación de los datos obtenidos, los resultados de los análisis deben manejarse estadísticamente, teniendo en cuenta la correlación de iones, los factores que gobiernan el comportamiento de los componentes del agua, etcétera. El uso de gráficos ayuda a mostrar las relaciones físicas y químicas entre el agua, las fuentes probables de contaminación o polución y el régimen de calidad y, por tanto, a realizar adecuadamente la evaluación de los recursos hídricos. A continuación, se tratan en detalle las principales características fisicoquímicas y biológicas que definen la calidad del agua, el origen de los constituyentes, su importancia en la salud, su relación con los principales procesos de tratamiento y los límites de concentración establecidos por las normas internacionales de calidad de agua para consumo humano. (OPS/CEPIS/05.167)

Normativa Peruana

Ley General del Ambiente N° 28611

Artículo 31. Del Estándar de Calidad Ambiental

31.1 El Estándar de Calidad Ambiental - ECA es la medida que establece el nivel de concentración o del grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos, presentes en el aire, agua o suelo, en su condición de cuerpo receptor, que no representa riesgo significativo para la salud de las personas ni al ambiente. Según el parámetro en particular a que se refiera, la concentración o grado podrá ser expresada en máximos, mínimos o rangos.

31.2 El ECA es obligatorio en el diseño de las normas legales y las políticas públicas. Es un referente obligatorio en el diseño y aplicación de todos los instrumentos de gestión ambiental.

31.3 No se otorga la certificación ambiental establecida mediante la Ley del Sistema Nacional de Evaluación del Impacto Ambiental, cuando el respectivo EIA concluye que la implementación de la actividad implicaría el incumplimiento de algún Estándar de Calidad Ambiental. Los Programas de Adecuación y Manejo Ambiental también deben considerar los Estándares de Calidad Ambiental al momento de establecer los compromisos respectivos.

31.4 Ninguna autoridad judicial o administrativa podrá hacer uso de los estándares nacionales de calidad ambiental, con el objeto de sancionar bajo forma alguna a personas jurídicas o naturales, a menos que se demuestre que existe causalidad entre su actuación y la transgresión de dichos estándares. Las sanciones deben basarse en el incumplimiento de obligaciones a cargo de las personas naturales o jurídicas, incluyendo las contenidas en los instrumentos de gestión ambiental.

Artículo 32. Del Límite Máximo Permisible

El Límite Máximo Permisible - LMP, es la medida de la concentración o del grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos, que caracterizan a un efluente o una emisión, que al ser excedida causa o puede causar daños a la salud, al bienestar humano y al ambiente. Su cumplimiento es exigible legalmente por la respectiva autoridad competente. Según el parámetro en particular a que se refiera, la concentración o grado podrá ser expresada en máximos, mínimos o rangos. D.S 031-2010 SA de los LMPs

El Límite Máximo Permisible - LMP, es la medida de la concentración o grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos, que caracterizan a un efluente o una emisión, que al ser excedida causa o puede causar daños a la salud, al bienestar humano y al ambiente. Su determinación corresponde al Ministerio del Ambiente. Su cumplimiento es exigible legalmente por el Ministerio del Ambiente y los organismos que conforman el Sistema Nacional de Gestión Ambiental. Los criterios para la determinación de la supervisión y sanción serán establecidos por dicho Ministerio.

El LMP guarda coherencia entre el nivel de protección ambiental establecido para una fuente determinada y los niveles generales que se establecen en los ECA. La implementación de estos instrumentos debe asegurar que no se exceda la capacidad de carga de los ecosistemas, de acuerdo con las normas sobre la materia.

Tabla 1

Límites máximos permisibles calidad del agua para consumo humano.

	Parámetros	Unidad	LMP
I	Calidad Organoléptica		
1	Turbiedad	UNT	5
2	pH	-	6,5 a 8,5
3	Hierro	Mg Fe L ⁻¹	0,3
4	Dureza	Mg CaCO ₃ L ⁻¹	500
5	Color	UCV Escala Pt/Co	15
6	Conductividad (25°C)	μmho/cm	1 500

Fuente: Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano.

Decreto Supremo N° 004-2017- MINAM- ECAS

Artículo 2. Aprobación de los Estándares de Calidad Ambiental Para Agua.

Apruébase los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua.

Tabla 2

Estándar de Calidad Ambiental (ECA).

	Parámetros	Unidad	Agua puede ser potabilizadas con desinfección
I	Físico- Químico		
1	Turbiedad	UNT	5
2	pH	-	6,5 – 8,5
3	Dureza	mg/L	500
4	Color	UCV Escala Pt/Co	15
5	Conductividad	μmho/cm	1 500
6	Temperatura	°C	5
II	Inorgánicos		
1	Hierro	mg/L	0,3

Fuente: Decreto Supremo N°004-2017- MINAM- ECAS

Aspectos fisicoquímicos de la calidad del agua:

- Características físicas

Las características físicas del agua, llamadas así porque pueden impresionar a los sentidos (vista, olfato, etcétera), tienen directa incidencia sobre las condiciones estéticas y de aceptabilidad del agua. Se consideran importantes las siguientes:

- Turbiedad
- Color
- Temperatura
- Conductividad

A. Turbiedad

Es originada por las partículas en suspensión o coloides (arcillas, limo, tierra finamente dividida, etcétera). La turbiedad es causada por las partículas que forman los sistemas coloidales; es decir, aquellas que por su tamaño, la medición de la turbiedad se realiza mediante un turbidímetro o nefelómetro. Las unidades utilizadas son, por lo general, unidades nefelométricas de turbiedad (UNT). Por esta razón, si bien las normas de calidad establecen un criterio para turbiedad en la fuente de abastecimiento, esta debe mantenerse mínima para garantizar la eficacia del proceso de desinfección. Los estándares internos de la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (EPA) establecen que las aguas de consumo humano deben tener preferentemente una UNT y en ningún caso más de 5 UNT. Las Guías de Calidad para Agua de Bebida del Canadá y las Guías de Calidad para Aguas de Consumo Humano de la Organización Mundial de la Salud (OMS) recomiendan como valor guía 5 UNT. La OMS indica, sin embargo, que para una desinfección eficiente, el agua filtrada debería tener una turbiedad promedio menor o igual a una UNT. (Barrenechea, 2004)

B. Color

Esta característica del agua puede estar ligada a la turbiedad o presentarse independientemente de ella. Aún no es posible establecer las estructuras químicas fundamentales de las especies responsables del color. Esta característica del agua se atribuye comúnmente a la presencia de taninos, lignina, ácidos húmicos, ácidos grasos, ácidos fúlvicos, etcétera. Se considera que el color natural del agua, excluyendo el que

resulta de descargas industriales, puede originarse por las siguientes causas:

- Extracción acuosa de sustancias de origen vegetal.
- Descomposición de la materia
- Materia orgánica del suelo
- Presencia de hierro, manganeso y otros compuestos metálicos.
- Una combinación de los procesos descritos.

En la formación del color en el agua intervienen, entre otros factores, el pH, la temperatura, el tiempo de contacto, la materia disponible y la solubilidad de los compuestos coloreados. Se denomina color aparente a aquel que presenta el agua cruda o natural y color verdadero al que queda luego de que el agua ha sido filtrada. (Barrenechea, 2004)

C. Temperatura

Es uno de los parámetros físicos más importantes en el agua, pues por lo general influye en el retardo o aceleración de la actividad biológica, la absorción de oxígeno, la precipitación de compuestos, la formación de depósitos, la desinfección y los procesos de mezcla, floculación, sedimentación y filtración. Múltiples factores, principalmente ambientales, pueden hacer que la temperatura del agua varíe continuamente. (Barrenechea, 2004)

D. Conductividad (us/cm)

Depende de la actividad de los tipos de iones disueltos y de la temperatura a la que se realiza la medida. La conductividad es una expresión numérica de la capacidad de una solución para transportar una corriente eléctrica. Esta capacidad depende de la presencia de iones y de su concentración total, de su movilidad, valencia y concentraciones relativas, así como la temperatura de la medición. El agua pura tiene muy poca conductividad, por lo que la medida de la conductividad de un agua nos da una idea de los sólidos disueltos en la misma. De la conductividad eléctrica, que indica la presencia de sales en el agua, lo que hace aumentar su capacidad de transmitir una corriente eléctrica, propiedad que se utiliza en mediciones de campo o de laboratorio, expresadas en micro Siemens/l ($\mu\text{S/l}$). A partir de la conductividad se puede obtener los sólidos disueltos multiplicando por un factor entre 0.55 y 0.75. Los sólidos disueltos totales, expresados en mg/L. (Barrenechea, 2004)

Características químicas

El agua, como solvente universal, puede contener cualquier elemento de la tabla periódica. Sin embargo, pocos son los elementos significativos para el tratamiento del agua cruda con

fines de consumo o los que tienen efectos en la salud del consumidor.

a. Hierro

Es un constituyente normal del organismo humano (forma parte de la hemoglobina). Por lo general, sus sales no son tóxicas en las cantidades comúnmente encontradas en las aguas naturales. La presencia de hierro puede afectar el sabor del agua, producir manchas indelebles sobre los artefactos sanitarios y la ropa blanca. También puede formar depósitos en las redes de distribución y causar obstrucciones, así como alteraciones en la turbiedad y el color del agua. Tiene gran influencia en el ciclo de los fosfatos, lo que hace que su importancia sea muy grande desde el punto de vista biológico. En la naturaleza se presenta en dos formas: asimilable y no asimilable. En las aguas superficiales, el hierro puede estar también en forma de complejos organoférricos y, en casos raros, como sulfuros. Es frecuente que se presente en forma coloidal en cantidades apreciables. Las sales solubles de hierro son, por lo general, ferrosas (Fe II) y la especie más frecuente es el bicarbonato ferroso: $\text{Fe}(\text{HCO}_3)_2$. En contacto con el oxígeno disuelto en el agua, las sales ferrosas se convierten en férricas por oxidación y se precipitan en forma de hidróxido férrico. Esta precipitación es inmediata con un pH superior a 7,5. Con un pH mayor de 2,2, el hidróxido férrico es insoluble. El ion ferroso lo es con un pH mayor de 6. De acuerdo con ello, las aguas subterráneas que, por estar fuera del contacto con el aire, se encuentran en un medio natural fuertemente reductor podrán tener en solución cantidades notables de hierro ferroso. Este metal en solución contribuye con el desarrollo de microorganismos que pueden formar depósitos molestos de óxido férrico en la red de distribución. La remoción del hierro de las aguas crudas superficiales es relativamente fácil con los procesos comunes de remoción de la turbiedad, mediante los cuales su concentración puede bajar de 10 mg/L a 0,3 mg/L, que es la concentración recomendada para el agua de consumo. Sin embargo, es posible que haya problemas si el hierro está presente en complejos orgánicos inestables. Por consideraciones de sabor y debido a que los tratamientos convencionales pueden eliminar el hierro en estado férrico pero no el hierro soluble Fe (II), las guías de calidad de la OMS y del Canadá recomiendan que en las aguas destinadas al consumo humano no se sobrepase 0,3 mg/L de hierro. (Barrenechea, 2004)

b. Dureza

Corresponde a la suma de los cationes polivalentes expresados como la cantidad equivalente de carbonato de calcio, de los cuales los más comunes son los de calcio y los

de magnesio. Aún no se ha definido si la dureza tiene efectos adversos sobre la salud. Pero se la asocia con el consumo de más jabón y detergente durante el lavado. La dureza está relacionada con el pH y la alcalinidad; depende de ambos. Un agua dura puede formar depósitos en las tuberías y hasta obstruirlas completamente. Esta característica física es nociva, particularmente en aguas de alimentación de calderas, en las cuales la alta temperatura favorece la formación de sedimentos. La remoción de la dureza en el tratamiento se lleva a cabo mediante la precipitación con cal o mediante el proceso combinado cal-carbonato, conocido como ablandamiento cal-soda. En términos generales, puede considerarse que un agua es blanda cuando tiene dureza menor de 100 mg/L; medianamente dura, cuando tiene de 100 a 200 mg/L; y dura, cuando tiene de 200 a 300 mg/L (en todos los casos, como CaCO_3). Las normas de calidad no establecen un límite específico para la dureza en el agua para consumo humano. (Barrenechea, 2004)

c. pH

Influye en algunos fenómenos que ocurren en el agua, como la corrosión y las incrustaciones en las redes de distribución. Aunque podría decirse que no tiene efectos directos sobre la salud, sí puede influir en los procesos de tratamiento del agua, como la coagulación y la desinfección. Por lo general, las aguas naturales (no contaminadas) exhiben un pH en el rango de 5 a 9. Cuando se tratan aguas ácidas, es común la adición de un álcali (por lo general, cal) para optimizar los procesos de coagulación. En algunos casos, se requerirá volver a ajustar el pH del agua tratada hasta un valor que no le confiera efectos corrosivos ni incrustantes. Se considera que el pH de las aguas tanto crudas como tratadas debería estar entre 5,0 y 9,0. Por lo general, este rango permite controlar sus efectos en el comportamiento de otros constituyentes del agua. Las guías canadienses han establecido el rango de pH 6,5 a 8,5 para el agua potable. (Barrenechea, 2004)

Guías para la calidad del agua potable:

– Aspectos químicos:

Los riesgos para la salud asociados a los componentes químicos del agua de consumo son distintos de los asociados a la contaminación microbiana y se deben principalmente a la capacidad de los componentes químicos de producir efectos adversos sobre la salud tras periodos de exposición prolongados. Pocos componentes químicos del agua pueden ocasionar problemas de salud como resultado de una

exposición única, excepto en el caso de una contaminación masiva accidental de una fuente de abastecimiento de agua de consumo. Además, la experiencia demuestra que, en muchos incidentes de este tipo, aunque no en todos, el agua se hace imbebible, por su gusto, olor o aspecto inaceptables.

En situaciones en las que no es probable que una exposición de corta duración perjudique la salud, suele ser más eficaz concentrar los recursos disponibles para medidas correctoras en la detección y eliminación de la fuente de contaminación que en instalar un sistema caro de tratamiento del agua de consumo para la eliminación del componente químico.

Puede haber numerosos productos químicos en el agua de consumo; sin embargo, sólo unos pocos suponen un peligro inmediato para la salud en cualquier circunstancia determinada. La prioridad asignada a las medidas de monitoreo y de corrección de la contaminación del agua de consumo debe gestionarse de tal modo que se evite utilizar innecesariamente recursos escasos para el control de contaminantes químicos cuya repercusión sobre la salud es pequeña o nula.

Son pocas las sustancias cuya presencia en el agua de consumo suponga una contribución importante a la ingesta general en términos de prevención de enfermedades. Las Guías no pretenden definir concentraciones mínimas deseables de sustancias químicas en el agua de consumo.

Se han calculado valores de referencia para muchos componentes químicos del agua de consumo. Un valor de referencia representa normalmente la concentración de un componente que no ocasiona ningún riesgo significativo para la salud cuando se consume durante toda una vida. Algunos valores de referencia se han fijado con carácter provisional basándose en la concentración alcanzable mediante tratamiento y la capacidad de detección analítica. En estos casos, el valor de referencia es mayor que el calculado basándose en efectos sobre la salud.

– **Aspectos relativos a la aceptabilidad:**

El agua no debe presentar sabores u olores que pudieran resultar desagradables para la mayoría de los consumidores.

Los consumidores evalúan la calidad del agua de consumo basándose principalmente en sus sentidos. Los componentes microbianos, químicos y físicos del agua pueden afectar a su aspecto, olor o sabor y el consumidor evaluará su calidad y aceptabilidad basándose en estos criterios. Aunque es posible que estas sustancias no produzcan

ningún efecto directo sobre la salud, los consumidores pueden considerar que el agua muy turbia, con mucho color, o que tiene un sabor u olor desagradable es insalubre y rechazarla. En casos extremos, los consumidores pueden evitar consumir agua que es inocua pero inaceptable desde el punto de vista estético, y consumir en cambio agua de otras fuentes cuyo aspecto sea más agradable pero que puede ser insalubre. Es, por consiguiente, sensato conocer las percepciones del consumidor y tener en cuenta, además de los valores de referencia relacionados con efectos sobre la salud, criterios estéticos al evaluar sistemas de abastecimiento de agua de consumo y al elaborar reglamentos y normas.

Los cambios en el aspecto, olor y sabor del agua de consumo de un sistema de abastecimiento con respecto a sus características organolépticas normales pueden señalar cambios en la calidad del agua bruta o cruda (sin tratar) de la fuente o deficiencias en las operaciones de tratamiento, y deben investigarse. (Organización Mundial de la Salud, 2006)

Los componentes menos deseables del agua de consumo son los que pueden perjudicar directamente la salud pública. Muchos de ellos se describen en otros capítulos de estas Guías. La mayoría de los consumidores no disponen de medios para juzgar por sí mismos la seguridad del agua que consumen, pero su actitud hacia el agua de consumo y hacia sus proveedores de agua se verá afectada en gran medida por los aspectos de la calidad del agua que son capaces de percibir con sus propios sentidos. Es natural que los consumidores recelen del agua que parezca sucia o tenga un color anormal, o que tenga un olor o sabor desagradable, aunque estas características puedan no tener, en sí mismas, ninguna consecuencia directa para la salud. Debe darse una prioridad máxima al suministro de agua de consumo que, además de ser inocua, tenga un aspecto, sabor y olor aceptables. El agua cuyas características organolépticas sean inaceptables minará la confianza de los consumidores, generará quejas y, lo que es más importante, puede conducir al consumo de agua de fuentes menos seguras. El agua de consumo debe tener un aspecto, sabor y olor aceptables para el consumidor.

Es importante analizar si las prácticas de tratamiento y distribución de las aguas existentes o propuestas pueden afectar a la aceptabilidad del agua de consumo. Por ejemplo, un cambio en la técnica de desinfección puede hacer que el agua tratada contenga tricloramina, un compuesto oloroso. Se pueden producir otros efectos indirectos, como la alteración de los depósitos y biopelículas internos de las tuberías al cambiar de fuente de agua o al mezclar aguas de distintas fuentes en los sistemas de

distribución. La aceptabilidad del agua de consumo para los consumidores es subjetiva y puede verse afectada por diversos componentes. La concentración de estos componentes que resulta desagradable para los consumidores es variable, y depende de factores individuales y locales, como la calidad del agua a la que está acostumbrada la comunidad y diversas consideraciones de carácter social, medioambiental y cultural. No se han establecido valores de referencia para componentes que afectan a la calidad del agua pero que no tienen una relación directa con efectos perjudiciales en la salud. (Organización Mundial de la Salud, 2006).

Biosorción

En la última década, el potencial de la técnica de biosorción para la remoción de metales de aguas contaminadas ha quedado bien establecido. Por razones económicas, resultan de particular interés los tipos de biomasa abundante, como los desechos generados por fermentaciones industriales de gran escala o de ciertas algas que enlazan metales y se encuentran en grandes cantidades en el mar. Algunos de estos tipos de biomasa que adsorben metales en cantidades elevadas, sirven como base para los procesos de biosorción de metales, para la destoxificación de efluentes industriales que contienen metales y para la recuperación de metales preciosos. (Cañizares, 2000).

La adsorción de metales pesados por biomateriales ha sido sugerida como una alternativa para las tecnologías fisicoquímicas existentes para la destoxificación y recuperación de metales pesados de aguas residuales (Gabrilescu, 2004). El término “biosorción”, se utiliza para referirse a la captación de metales que lleva a cabo una biomasa completa (muerta), a través de mecanismos fisicoquímicos como la adsorción o el intercambio iónico. En cambio, cuando se utiliza biomasa viva (bioacumulación), los mecanismos metabólicos de captación también pueden contribuir en el proceso.

Proceso de biosorción de metales pesados

El término “biosorción”, se utiliza para referirse a la captación de metales que lleva a cabo una biomasa completa (viva o muerta), a través de mecanismos fisicoquímicos como la adsorción o el intercambio iónico. Cuando se utiliza biomasa viva, los mecanismos metabólicos de captación también pueden contribuir en el proceso. El proceso de biosorción involucra una fase sólida (sorbente) y una fase líquida (solvente, que es normalmente el agua) que contiene las especies disueltas que van a ser sorbidas (sorbato,

e. g. iones metálicos). Debido a la gran afinidad del sorbente por las especies del sorbato, este último es atraído hacia el sólido y enlazado por diferentes mecanismos. Este proceso continúa hasta que se establece un equilibrio entre el sorbato disuelto y el sorbato enlazado al sólido (a una concentración final o en el equilibrio). La afinidad del sorbente por el sorbato determina su distribución entre las fases sólida y líquida. La calidad del sorbente está dada por la cantidad del sorbato que puede atraer y retener en forma inmovilizada. En la última década, el potencial para la biosorción de metales por biomasa ha quedado bien establecido. Por razones económicas, resultan de particular interés los tipos de biomasa abundante, como los desechos generados por fermentaciones industriales de gran escala o de ciertas algas que enlazan metales y se encuentran en grandes cantidades en el mar. Algunos de estos tipos de biomasa que absorben metales en cantidades elevadas, sirven como base para los procesos de biosorción de metales, previendo su uso particularmente como medios muy competitivos para la destoxificación de efluentes industriales que contienen metales y para la recuperación de metales preciosos. Los sistemas que utilizan células vivas pueden emplear tanto una mezcla de microorganismos como de plantas superiores. Por ejemplo, los florecimientos de algas y bacterias fortalecidos por la adición de aguas residuales, disminuye los metales Cu, Cd, Zn, Hg y Fe de los efluentes mineros. El sistema de meandro usado en la mina de Pb Homestake (MO, EEUU), hace pasar sus efluentes con Pb, Cu, Zn, Mn, Fe, Ni y Cd a través de canales que contienen algas, cianobacterias y plantas superiores (Fig. 3). Los metales son removidos de la columna de agua con una eficiencia >99%. Estos sistemas tan complejos utilizan seguramente otros mecanismos como la precipitación y el atrapamiento de partículas, además de la biosorción, los cuales concentran los metales en el sedimento en formas que han reducido enormemente la movilidad y disponibilidad biológica. Los hongos, incluyendo las levaduras, han recibido especial atención con relación a la biosorción de metales, particularmente porque la biomasa fúngica se origina como un subproducto de diferentes fermentaciones industriales. La acumulación de actínidos por biomasa íntegra parece que se lleva a cabo principalmente por biosorción independiente del metabolismo, siendo la pared celular el principal sitio de acumulación. Células impermeabilizadas con carbonato o detergente, pueden aumentar su captación y acumular metales como gránulos o depósitos intracelulares. Partículas que contienen metales, por ejemplo, polvo de zinc, magnetita y sulfuros metálicos, pueden ser removidas de las soluciones por la biomasa fúngica, como la de *Aspergillus Níger*, que es un residuo de la fermentación para producir ácido cítrico, por una combinación de los procesos de biosorción y atrapamiento.

El proceso de biosorción ofrece las ventajas de operación a bajo costo, reducción del volumen de lodos químicos y biológicos que deberán, además de que este método no requiere nutrientes. Otras ventajas son: los costos son muy bajos, hay una alta eficiencia, puede haber selección por el metal, regeneración del biosorbente y el metal se puede recuperar (Ruiz, 2002; Flores, 2001; Yeong-Sang Yun, 2001; Kratochvil 1998). La biosorción de metales pesados mediante biomasa bacteriana ha sido reconocida como una alternativa potente para descontaminar efluentes industriales. Este proceso puede realizarse mediante la obtención de biomasa ya generada por la industria, como es la farmacéutica y alimentaria (Hussein, 2004). El término biosorción se realiza para referirse a la captación de metales que lleva a cabo una biomasa (viva o muerta), a través de mecanismos fisicoquímicos como la adsorción o el intercambio iónico. Cuando se utiliza biomasa viva, los mecanismos metabólicos de captación pueden contribuir en el proceso (Cañizares- Villanueva, 2000). El proceso de biosorción involucra la fase sólida (sorbente) y una fase líquida (solvente, que es normalmente el agua) que contiene las especies disueltas que van a ser sorbidas (sorbato). Debido a la gran afinidad del sorbente por las especies del sorbato, este último es atraído hacia el sólido y enlazado por diferente mecanismo. Este proceso continúa hasta que se establece un equilibrio entre el sorbato disuelto y el sorbato enlazado al sólido (Volesky, 1990). La afinidad del sorbente por el sorbato determina su distribución entre la fase sólida y líquida. La capacidad del sorbente está dada por la cantidad del sorbato que puede atraer y retener en forma inmovilizada.

Los cambios en la biomasa como biosorbente, el tipo de metal a biosorber, la mezcla de metales en una solución, el tipo de preparación de la biomasa y las condiciones fisicoquímicas del proceso varían la inmovilización de metales (Volesky, 1999). Es importante destacar que la capacidad de biosorción puede ser manipulada mediante tratamientos para activar a los biosorbentes. El proceso de biosorción se caracteriza por la retención del metal en la superficie celular del biosorbente. Esta retención se da mediante una interacción fisicoquímica del metal a grupos funcionales que funcionan como ligando específicos tales como: carboxilos, hidroxilos y fosfatos (Vullo, 2003; Fein 1996). Esta inmovilización del metal también se da mediante una difusión pasiva al espacio periplásmico (Ahalya, 2004). Es un mecanismo de cinética rápida que no presenta una alta dependencia con la temperatura y en muchos casos puede estudiarse en detalle mediante la construcción de los modelos de las isothermas de Langmuir y Freundlich.

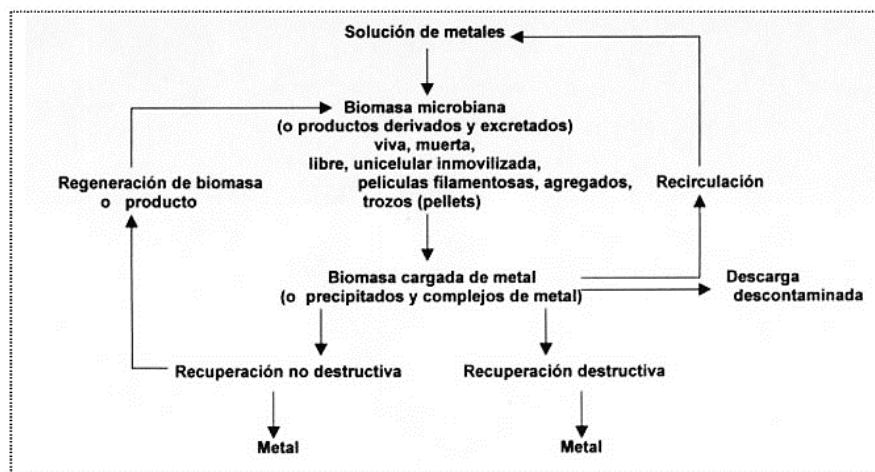


Figura 1: Proceso de Biosorción de Metales.

Tipos de biomasas utilizadas

Para que la técnica de biosorción sea factible económicamente, la relación beneficio/costo debe ser alta y para ello se deben utilizar biomasas que provengan de la naturaleza y que sean de rápido crecimiento, o incluso sean un material de desecho de la misma. Existen estudios previos que confirman la eficiencia de diferentes tipos de biomasas como son:

- ❖ **Algas:** Tienen ventajas para la biosorción porque sus estructuras macroscópicas ofrecen una base conveniente para la producción de partículas biosorbentes adecuadas para el proceso de adsorción.
- ❖ **Hongos y levaduras:** Presentan una alta eficiencia en la remoción de metales en soluciones acuosas, ya que algunos grupos funcionales de sus células actúan como sitios activos para captar iones metálicos. (Vasudevan, 2003), probó la alta eficiencia de biosorción de cadmio en la levadura pastelera *Saccharomyces cerevisiae*.
- ❖ **Bacterias:** La evaluación de las propiedades de adsorción de bacterias ha causado controversia, ya que muchos de los experimentos reportados involucran la presencia de procesos no sólo de biosorción sino también de bioacumulación.

Mecanismo del proceso de biosorción

El proceso de biosorción involucra una fase sólida (sorbente) y una fase líquida (solvente, que es, normalmente el agua) que contiene las especies disueltas que van a ser sorbidas (sorbato, por ejemplo, iones metálicos). Debido a la gran afinidad del sorbente por las especies del sorbato, este último es atraído hacia el sólido y enlazado por diferentes mecanismos. Este proceso continúa hasta que se establece un equilibrio entre el sorbato

disuelto y el sorbato enlazado al sólido (a una concentración final o en el equilibrio). La afinidad del sorbente por el sorbato determina su distribución entre las fases sólida y líquida. La cantidad de sorbente está dada por la cantidad de sorbato que puede atraer y retener en forma inmovilizada. Esto se lleva a cabo a través de distintos procesos físico-químicos, siendo el intercambio catiónico el principal mecanismo de biosorción y los grupos R-COOH, ácidos carboxílicos, ($pK_a = 3.5 - 5.5$) constituyentes de las paredes celulares de algas y hongos los principales sitios reactivos.

Otros grupos activos presentes en las paredes celulares son los grupos hidroxilo, carbonilo, sulfhidrilo, tioeter, sulfonato, amina, imina, amida, imidazole, fosfonato, fosfodieter; capaces de unirse a los metales contaminantes. (Regine, 2000)

Además, una vez producida la adsorción, la biomasa es fácilmente separada del líquido tratado.

Ventajas de la biosorción

Algunas de las ventajas de la biosorción son:

- ❖ La eficiencia de remoción es similar a las resinas de intercambio, sin embargo, la adsorción de metales en algunos casos llega al 50% del peso de la biomasa seca, resultando mucho más económica.
- ❖ La biomasa se puede regenerar.
- ❖ Es posible recuperar los metales por medio de soluciones ácidas.
- ❖ No genera material de desecho.
- ❖ El equipo es simple.
- ❖ No requiere nutrientes a diferencia de las macrófitas vivas.
- ❖ Presenta alta eficiencia para efluentes diluidos.

Pruebas de jarras

La prueba de jarras se ejecuta básicamente colocando en cinco o seis vasos de precipitado o frascos de boca ancha de 1 a 3 lts de agua de la muestra, agregándole diversas dosis de coagulantes a cada uno mientras se agita fuertemente la muestra y luego suspendiendo la agitación violenta y dejando por 10-30 min una agitación lenta, durante la cual se observa el aspecto y tamaño del floc formado en cada vaso.

Este ensayo intenta simular las condiciones en las cuales coagula el agua en la planta de tratamiento.

Sin embargo, dado el pequeño volumen (1 a 3 lts) que los vasos de precipitado contienen en comparación con el gran volumen de los tanques de floculación reales, la prueba de jarras constituye una pobre reproducción del proceso que se efectúa en el prototipo.

Las razones para esto son de orden físico y químico. Los autores mencionan las siguientes entre otras:

- En los floculadores existe un flujo continuo, en cambio, en las jarras no hay flujo. Esto hace que en los primeros la masa de agua sufra un tratamiento desigual, debido a los cortocircuitos que retienen parte de ella durante largo tiempo mientras que otra parte la dejan pasar casi de inmediato. En la prueba de jarras el agua en cambio queda retenida durante todo el tiempo del ensayo.
- La escala de las jarras no guarda relación con la del floc por cuanto este se produce a escala natural y, en cambio, las jarras son cientos de veces más pequeñas que los floculadores.

Por tanto, la proporción entre la escala de la turbulencia que se produce en uno y otro caso y el tamaño del floc, es diferente, lo que afecta la rata de aglutinamiento de las partículas.

- La dosificación de los coagulantes y la agitación de la masa de agua pueden ser mucho mejor controladas e la prueba de jarras que en la planta de tratamiento. No obstante, estas diferencias, la prueba de jarras sigue siendo el mejor método que hasta ahora disponemos para controlar la dosis correcta de sustancias químicas que debe aplicarse para coagular el agua. Hay que tener en cuenta, sin embargo, que el hecho de que la prueba de jarras sea un ensayo rutinario en la operación de las plantas, no significa que puede ejecutarse descuidadamente, lo que por desgracia suele ser bastante común.

A continuación de muestra en la figura siguiente La Prueba de Jarras



Figura 2. Aparato Agitador para la Prueba de Jarras.

1.3. Definición de Términos

Biosorción: Se define como la eliminación, a través de material biológico, de metales o compuestos metálicos, tanto en disolución como formando partículas sólidas insolubles.

Eluyente: Sustancia; puede ser puro, mezcla de varias o disolución.

Saprofitos: Organismos que se alimentan de materia muerta o en descomposición.

Tioninas: Compuestos orgánicos que contienen átomos de azufre.

Metabolismo: Conjunto de reacciones bioquímicas y procesos físico-químicos que ocurren en una célula y en el organismo.

Eucarióticos: Células con un núcleo celular delimitado dentro de una doble capa lipídica.

Heterótrofos: Organismo que es incapaz de elaborar su propia materia orgánica a partir de sustancias inorgánicas y se nutre de sustancias elaboradas por otros seres vivos.

Embriones: Etapa inicial del desarrollo del organismo.

Prueba de jarras o test de jarras: Es la principal prueba de laboratorio utilizada para determinar la dosificación de coagulantes para un agua específica durante el control de la coagulación y floculación en una planta de tratamiento. Se puede utilizar también con objeto de determinar las velocidades de sedimentación.

CAPÍTULO II

MATERIAL Y MÉTODOS

2.1. Material

2.1.1. Material para la caracterización de los parámetros fisicoquímicos

- ✓ Turbidímetro HI 93703
- ✓ Conductímetro COIN
- ✓ Ph-metro Hach.
- ✓ Espectrofotómetro DR-2700
- ✓ Equipo de prueba de Jarras PHIPS & BIRD

2.2. Método

2.2.1 Método utilizado

Experimental: desarrollamos la técnica y el conocimiento humano, adquiridos en nuestra formación académica, reproducimos el objeto de estudio en condiciones controladas, aplicando la prueba de jarras en 14 ensayos de laboratorio.

2.3. Técnicas e instrumentos para la recolección de datos

• Localización de la zona de muestreo.

Consistió en ubicar la zona exacta de la quebrada Juninguillo para la toma de muestra, Así mismo trasladamos a la Industria Cervecera Backus Johnston ubicada en la Av. Industrial Ricardo Bentín Mujica N° 1101, Motupe, Lambayeque, de cual recogimos la muestra de la biomasa *Saccharomyces uvarum* y *S. cerevisiae* del residuo del proceso industrial de la cerveza

• Toma de muestras

La toma de muestra se realizó en la zona previamente identificada anteriormente, para lo cual se procedió a recoger el afluente de la quebrada de Juninguillo colocándolos en un bidónes, debidamente sellado y etiquetado, para ser trasladados al Laboratorio de la Empresa Prestadora de Servicios de Saneamiento Sociedad Anónima Moyobamba, por consiguiente, realizamos el mismo procedimiento para las muestras de la biomasa de *Saccharomyces uvarum* y *S. cerevisiae* con la diferencia que para el traslado de esta

utilizamos un termo con hielo como medio refrigerante, ya que el traslado duro aproximadamente 14 horas.

• **Determinación de los parámetros iniciales del agua de Juninguillo**

Con la muestra de agua obtenida se procedió a obtener los datos de los parámetros iniciales, se determinaron 7 parámetros iniciales con los que se trabajarán.

Los análisis se llevaron a cabo según las normas ASTM D 2035 y los procesos recomendados por el libro Coagulación Floculación (José Vicente Reyes, 1992), en las pruebas de jarras se trabajó con la *Saccharomyces uvarum* y *S. cerevisiae* como coagulante.

• **Procedimiento**

Se siguió el siguiente procedimiento:

Se recolectó el agua de la quebrada Juninguillo la Mina y se homogenizó las muestras, procediendo a tomar los parámetros iniciales de Turbiedad, pH, Hierro, Dureza, Color, Temperatura y conductividad para cada ensayo. Todos los ensayos se realizaron en los laboratorios de empresa prestadora de servicios Moyobamba. (EPS-Moyobamba)

Luego se procedió a llenar las jarras con 2 litros de volumen, posteriormente las jarras son montadas al equipo digital de pruebas de jarras PHIPS & BIRD, el cual cuenta con 6 vasos precipitados y 6 paletas planas de agitación, las muestras de agua fueron inicialmente colocadas a una velocidad de agitación de 300 revoluciones por minuto (RPM), unos segundos después se agregó el coagulante *Saccharomyces uvarum* y *S. cerevisiae* (mezcla rápida) según el ensayo que se estaba llevando a cabo y según las dosis pre-establecidas, por un periodo no mayor de 60 segundos, tiempo después del cual se redujo la velocidad de las paletas de agitación a 100 revoluciones por minuto (RPM) para garantizar la coagulación por un periodo no mayor de 90 segundos, tiempo después se redujo la velocidad de las paletas de agitación a 40 revoluciones por minuto (RPM) garantizando la mezcla lenta (floculación) por un espacio de 15 minutos.

Después de terminado el tiempo de floculación se procedió a poner las paletas de agitación a una revolución cero (parar el equipo) y dejar sedimentar por un espacio de tiempo de 10 minutos; transcurrido este tiempo se tomó las respectivas muestras de 30 ml de cada vaso precipitado a 4 cm. de profundidad de la superficie, procurando no agitar la muestra para evitar la remoción del lodo sedimentado. Luego se procedió a tomar los parámetros finales de Turbiedad, pH, Hierro, Dureza, Color, Temperatura y conductividad para cada ensayo

establecido, finalmente se tomó la mejor dosis óptima de remoción de los parámetros de Turbiedad y Hierro.

Para obtener el porcentaje de remoción se utilizó la siguiente formula:

$$\% \text{ Remoción} = \frac{\text{Concentración Inicial} - \text{Concentración Final}}{\text{Concentración Inicial}} \times 100$$

2.4. Técnicas de procesamiento y análisis de datos

Las técnicas de procesamiento fueron: Cuadros comparativos, Tablas y gráficos. Los datos que se obtuvieron durante el desarrollo experimental. Mediante la comparación entre los valores obtenidos de las muestras de agua tomadas antes y después del tratamiento.

Fue necesario el apoyo de los datos del cuadro: Estándares de calidad ambiental del D.S. 004-2017 MINAN Cat.A1 y el D.S 031-2010 SA de los LMP, para la comparación de resultados que esta norma contiene y los nuevos resultados obtenidos mediante las pruebas de laboratorio en los parámetros que se llegaron a evaluar.

CAPÍTULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Resultados

3.1.1. Análisis de la Prueba de Jarras - Hierro.

1°- Ensayo

En la siguiente tabla se muestra los resultados de los parámetros finales del Hierro con el coagulante *Saccharomyces uvarum* y *S. cerevisiae*:

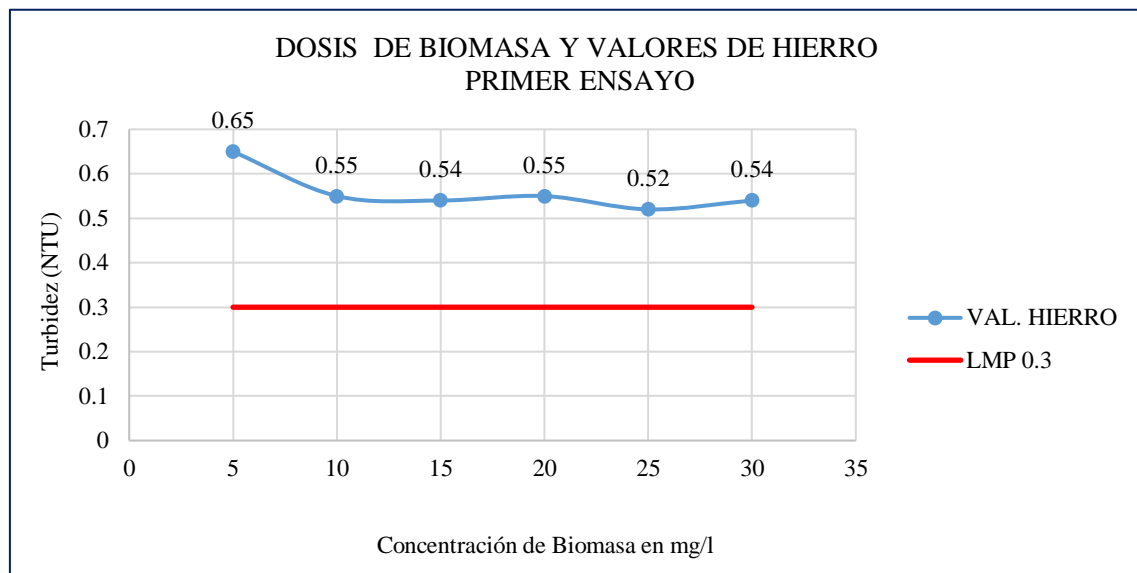


Figura 3. Resultados del Primer Ensayo, Dosis de Biomasa y Valores de Hierro.

Figura 3. Se muestran los resultados para los parámetros finales del Hierro fueron los siguientes: jarra N°01 con 0.65 mg/L, jarra N°02 con 0.55 mg/L, jarra N°03 con 0.54 mg/L, jarra N°04 con 0.55 mg/L, jarra N°05 con 0.52 mg/L, jarra n°06 con 0.54 mg/L, se considera la mejor remoción de Hierro de la jarra N° 05 con 0.52 mg/L, respecto a las cinco jarras restantes y al parámetro inicial de Hierro con 0.77 mg/L., con una remoción de 32.5%.

Se observa que para las siguientes dosis del coagulante *Saccharomyces uvarum* y *S. cerevisiae* al 1% de las jarras N° 01, 02, 03, 04 y 06 de turbiedades, se encuentran menores en remoción óptima al ensayo N° 01 de 42.8% y para el parámetro de Hierro se encuentran menores en remoción de 32.5%.

2° - Ensayo

En la siguiente tabla se muestra los resultados de los parámetros finales del Hierro con el coagulante *Saccharomyces uvarum* y *S. cerevisiae*:

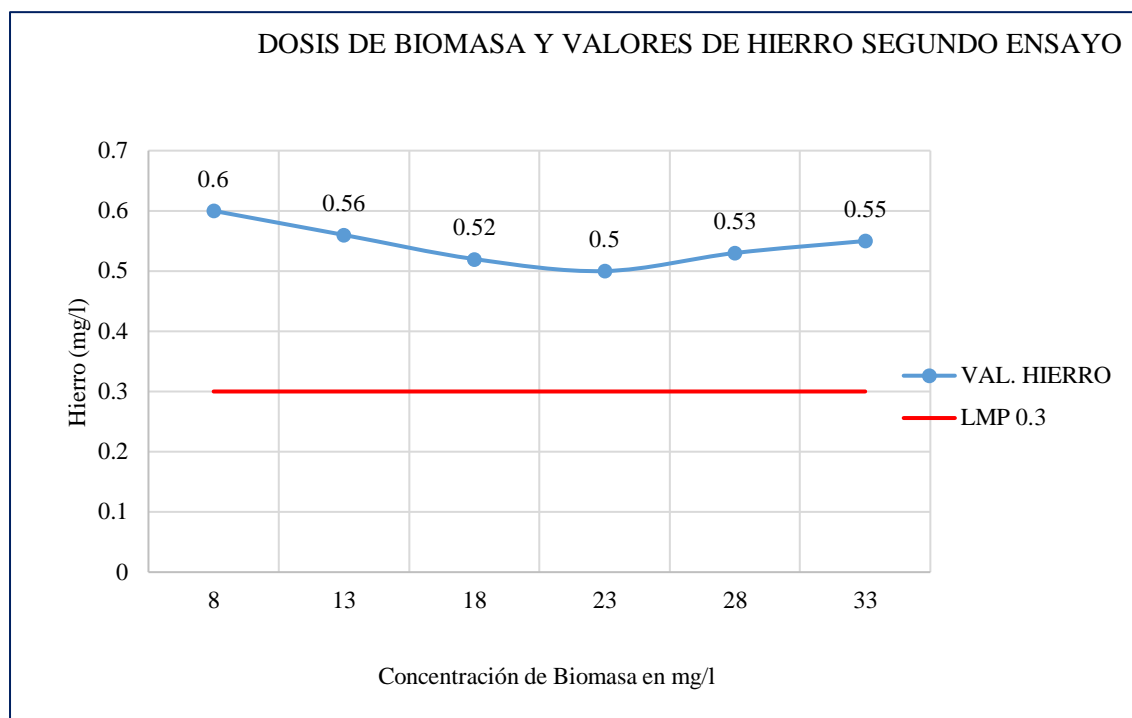


Figura 4. Resultados del Segundo Ensayo, Dosis de Biomasa y Valores de Hierro.

Figura 4. Se muestra los resultados de los parámetros finales del Hierro fueron los siguientes: jarra N°01 con 0.60 mg/L, jarra N°02 con 0.56 mg/L, jarra N°03 con 0.52 mg/L, jarra N°04 con 0.50 mg/L, jarra N°05 con 0.53 mg/L, jarra n°06 con 0.55 mg/L, se considera la mejor remoción de Hierro de la jarra N° 04 con 0.50 mg/L, respecto a las cinco jarras restantes y al parámetro inicial de Hierro con 0.68 mg/L., con una remoción de 26.5 %.

Se observa que para las siguientes dosis del coagulante *Saccharomyces uvarum* y *S. cerevisiae* al 1.1 % de las jarras N° 01, 02, 03, 05 y 06 de turbiedades, se encuentran menores en remoción óptima del 62.0% y para el parámetro de Hierro se encuentran menores en remoción a 32.5%.

3°- Ensayo

En la siguiente tabla se muestra los resultados de los parámetros finales del Hierro con el coagulante *Saccharomyces uvarum* y *S. cerevisiae*:

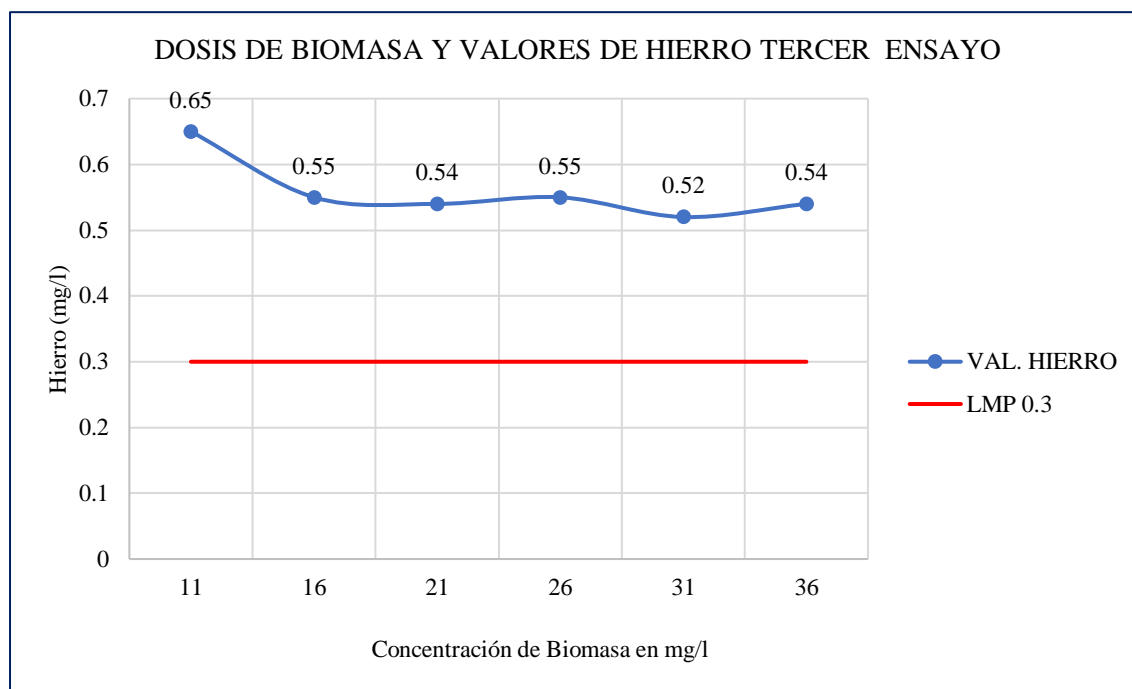


Figura5. Resultados del Tercer Ensayo, Dosis de Biomasa y Valores de Hierro.

Figura 5. Se muestra los resultados de los parámetros finales del Hierro fueron los siguientes: jarra N°01 con 0.65 mg/L, jarra N°02 con 0.55 mg/L, jarra N°03 con 0.54 mg/L, jarra N°04 con 0.55 mg/L, jarra N°05 con 0.56 mg/L, jarra n°06 con 0.54 mg/L, se considera la mejor remoción de Hierro de la jarra N° 03 con 0.54 mg/L, respecto a las cinco jarras restantes y al parámetro inicial de Hierro con 0.74 mg/L., con una remoción de 20.0 %.

Se observa que para las siguientes dosis del coagulante *Saccharomyces uvarum* y *S. cerevisiae* al 1.2 % de las jarras N° 01, 02, 04, 05 y 06 de turbiedades, se encuentran menores, respecto a la dosis optima, del 62.0% y para el parámetro de Hierro se encuentran menores en remoción a 20 %.

4° - Ensayo

En la siguiente tabla se muestra los resultados de los parámetros finales del Hierro con el coagulante *Saccharomyces uvarum* y *S. cerevisiae*:

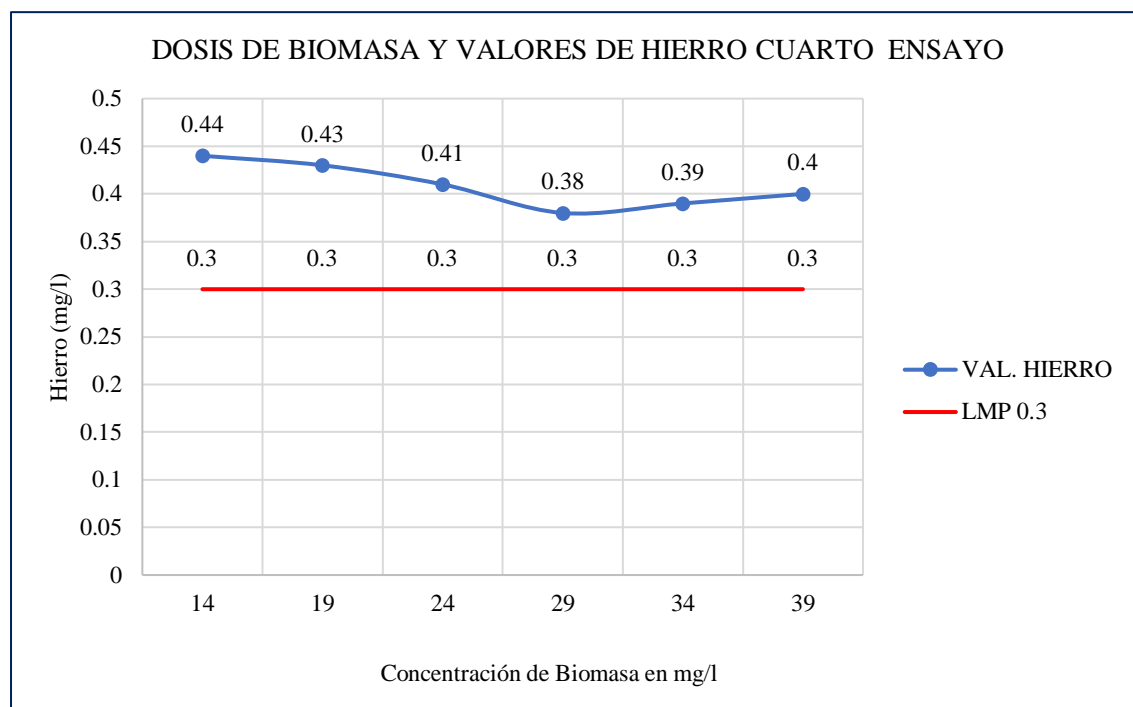


Figura 6. Resultados del Cuarto Ensayo, Dosis de Biomasa y Valores de Hierro.

Figura 6. Se muestra los resultados de los parámetros finales del Hierro fueron los siguientes: jarra N°01 con 0.44 mg/L, jarra N°02 con 0.43 mg/L, jarra N°03 con 0.41 mg/L, jarra N°04 con 0.39 mg/L, jarra N°05 con 0.38 mg/L, jarra n°06 con 0.40 mg/L, se considera la mejor remoción de Hierro de la jarra N° 05 con 0.38 mg/L, respecto a las cinco jarras restantes y al parámetro inicial de Hierro con 0.69 mg/L., con una remoción de 44.9 %.

Se observa que para las siguientes dosis del coagulante *Saccharomyces uvarum* y *S. cerevisiae* al 1.3 % de las jarras N° 01, 02, 03, 04 y 06 de turbiedades, se encuentran menores, respecto a la dosis optima, del 80 % y para el parámetro de Hierro se encuentran menores en remoción a 44.9 %.

5° - Ensayo

En la siguiente tabla se muestra los resultados de los parámetros finales del Hierro con el coagulante *Saccharomyces uvarum* y *S. cerevisiae*:

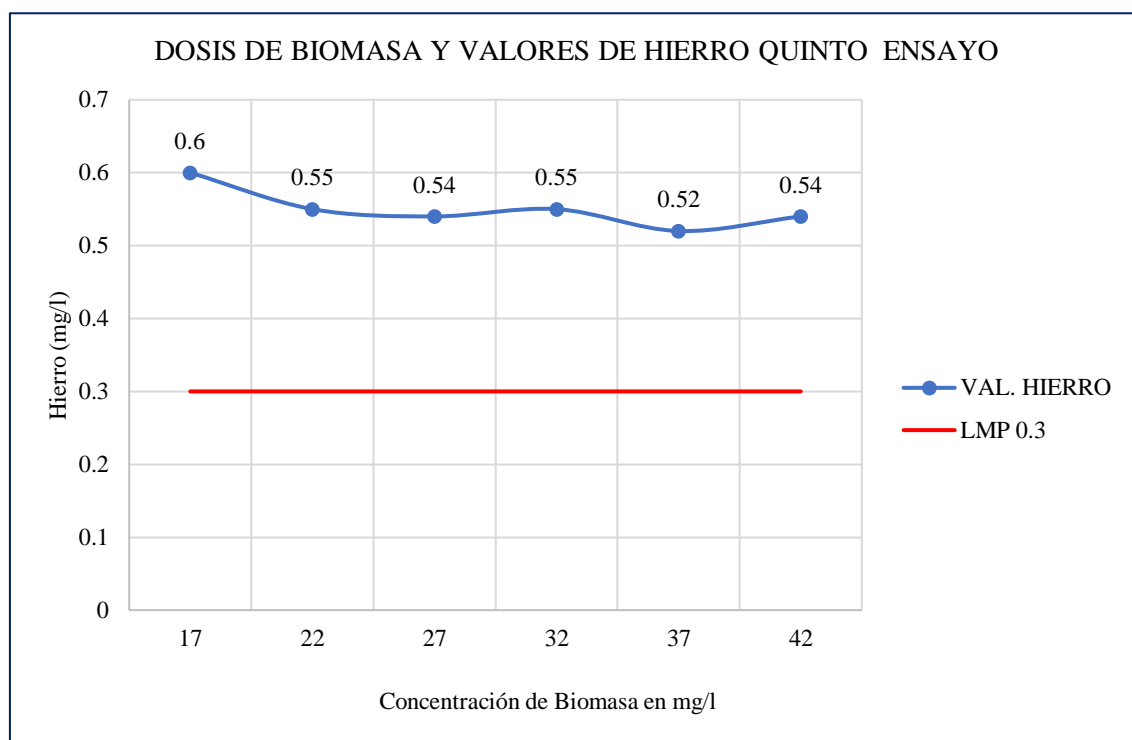


Figura 7. Resultados del Quinto Ensayo, Dosis de Biomasa y Valores de Hierro.

Figura 7. Se muestra los resultados de los parámetros finales del Hierro fueron los siguientes: jarra N°01 con 0.60 mg/L, jarra N°02 con 0.55 mg/L, jarra N°03 con 0.54 mg/L, jarra N°04 con 0.55 mg/L, jarra N°05 con 0.57 mg/L, jarra n°06 con 0.54 mg/L, se considera la mejor remoción de Hierro de la jarra N° 05 con 0.54 mg/L, respecto a las cinco jarras restantes y al parámetro inicial de Hierro con 0.75 mg/L., con una remoción de 28.0 %.

Se observa que para las siguientes dosis del coagulante *Saccharomyces uvarum* y *S. cerevisiae* al 1.4 % de las jarras N° 01, 02, 04, 05 y 06 de turbiedades, se encuentran menores, respecto a la dosis optima del 87.1 % y para el parámetro de Hierro se encuentran menores en remoción a 28. % .

6° - Ensayo

En la siguiente tabla se muestra los resultados de los parámetros finales del Hierro con el coagulante *Saccharomyces uvarum* y *S. cerevisiae*:

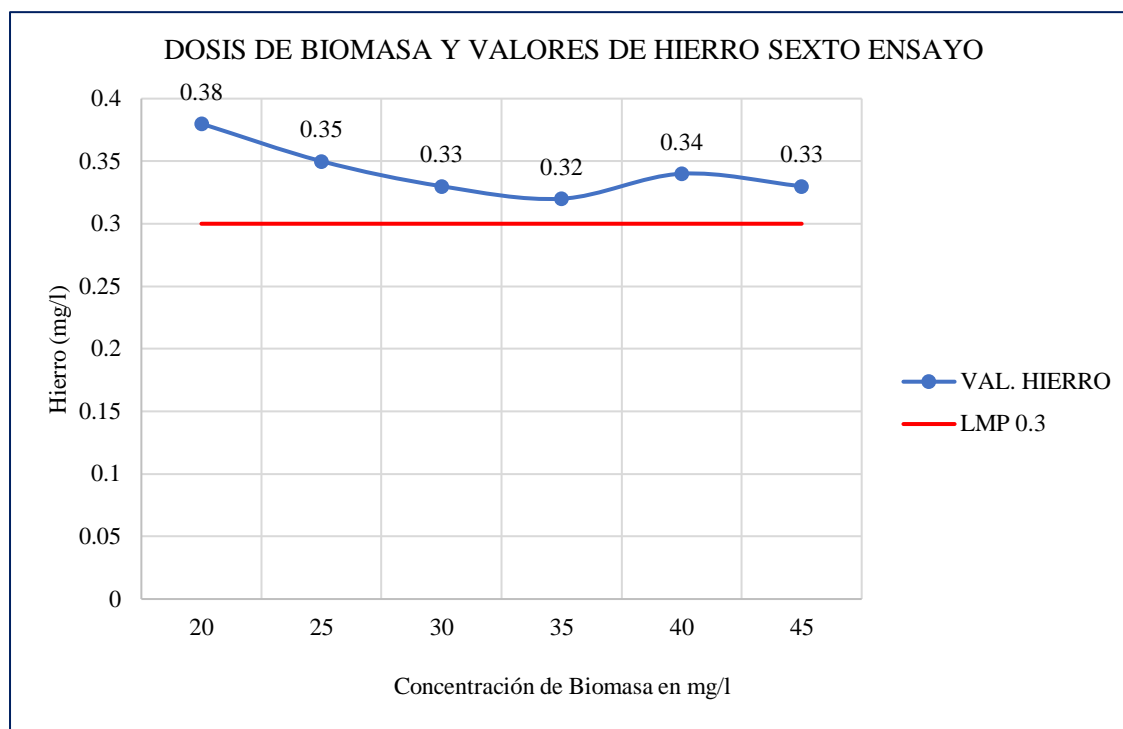


Figura 8. Resultados del Sexto Ensayo, Dosis de Biomasa y Valores de Hierro.

Figura 8. Se muestra los resultados de los parámetros finales del Hierro fueron los siguientes: jarra N°01 con 0.38 mg/L, jarra N°02 con 0.35 mg/L, jarra N°03 con 0.33 mg/L, jarra N°04 con 0.32 mg/L, jarra N°05 con 0.34 mg/L, jarra n°06 con 0.33 mg/L, se considera la mejor remoción de Hierro de la jarra N° 04 con 0.32 mg/L, respecto a las cinco jarras restantes y al parámetro inicial de Hierro, con 0.62 mg/L., con una remoción de 48.3 %.

Se observa que para las siguientes dosis del coagulante *Saccharomyces uvarum* y *S. cerevisiae* al 1.5 % de las jarras N° 01, 02, 03, 05 y 06 de turbiedades, se encuentran menores, respecto a la dosis óptima del 83.3 % y para el parámetro de Hierro se encuentran menores en remoción a 48.3 %.

7°- Ensayo

En la siguiente tabla se muestra los resultados de los parámetros finales del Hierro con el coagulante *Saccharomyces uvarum* y *S. cerevisiae*:

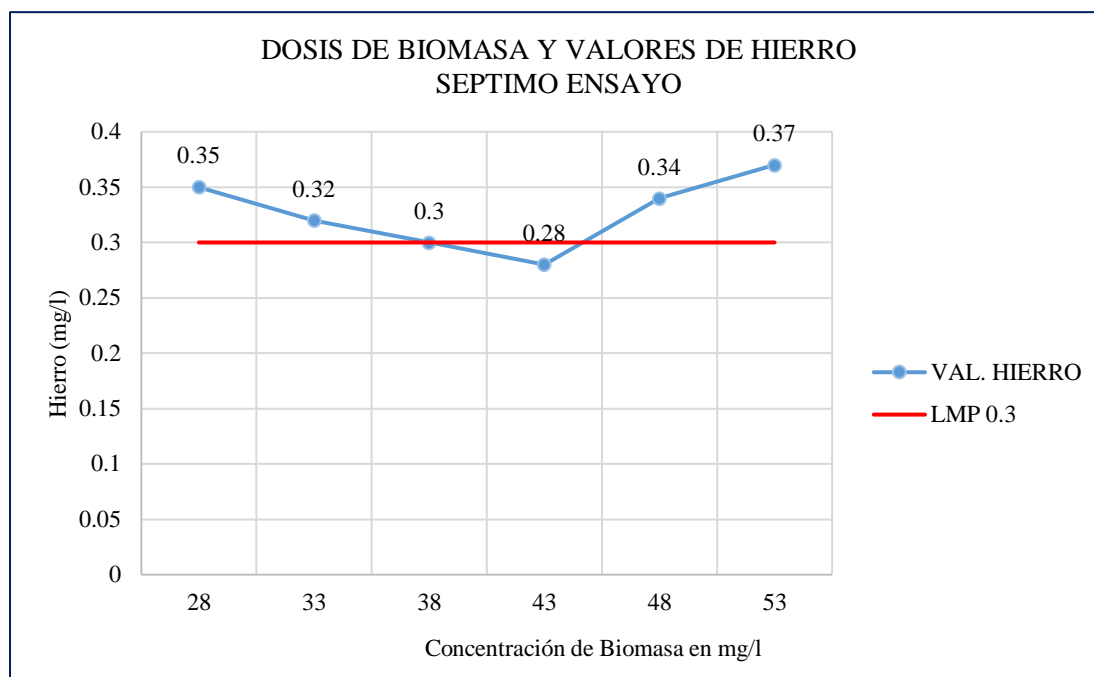


Figura 9. Resultados del Séptimo Ensayo, Dosis de Biomasa y Valores de Hierro.

Figura 9. Se muestra los resultados de los parámetros finales del Hierro fueron los siguientes: jarra N°01 con 0.35 mg/L, jarra N°02 con 0.32 mg/L, jarra N°03 con 0.30 mg/L, jarra N°04 con 0.28 mg/L, jarra N°05 con 0.34 mg/L, jarra n°06 con 0.37 mg/L, se considera la mejor remoción de Hierro de la jarra N° 04 con 0.28 mg/L, respecto a las cinco jarras restantes, y al parámetro inicial de Hierro, con 0.58 mg/L., con una remoción de 51.7 %.

Se observa que para las siguientes dosis del coagulante *Saccharomyces uvarum* y *S. cerevisiae* al 2.0 % de las jarras N° 01, 02, 03, 05 y 06 de turbiedades, se encuentran menores, respecto a la dosis optima del 92.1 % y para el parámetro de Hierro se encuentran menores en remoción a 51.7 %

8° - Ensayo

En la siguiente tabla se muestra los resultados de los parámetros finales del Hierro con el coagulante *Saccharomyces uvarum* y *S. cerevisiae*:

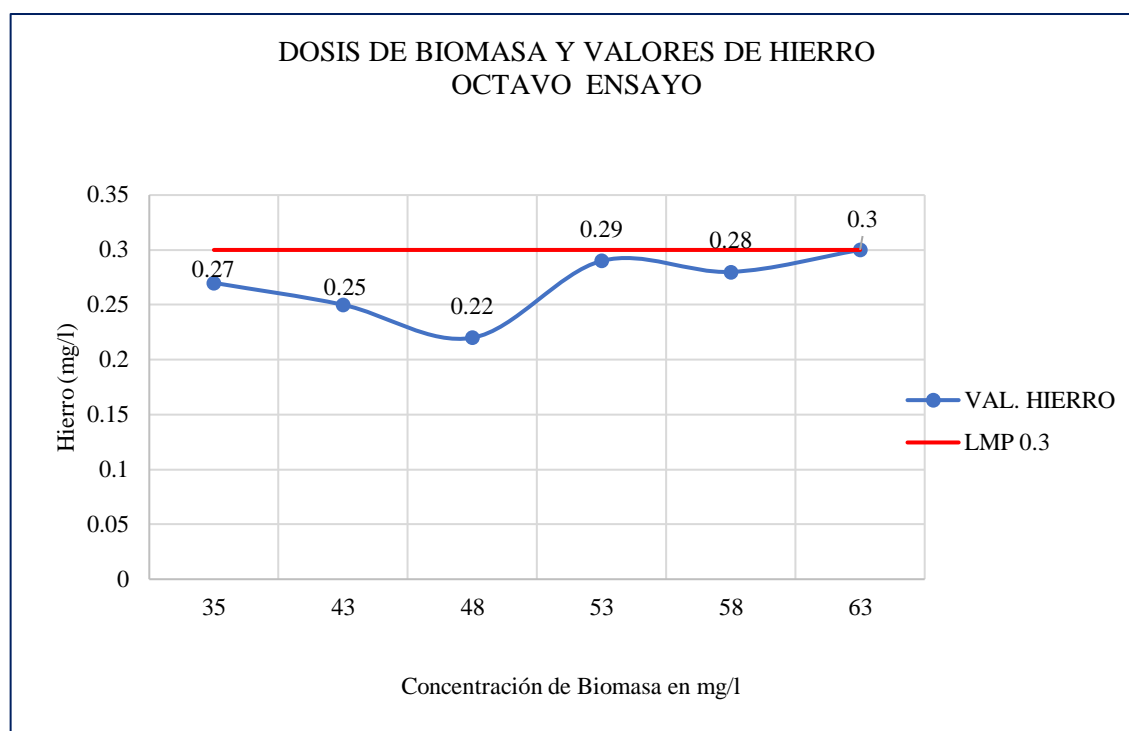


Figura 10. Resultados del Octavo Ensayo, Dosis de Biomasa y Valores de Hierro.

Figura 10. Se muestra los resultados de los parámetros finales del Hierro fueron los siguientes: jarra N°01 con 0.27 mg/L, jarra N°02 con 0.25 mg/L, jarra N°03 con 0.22 mg/L, jarra N°04 con 0.29 mg/L, jarra N°05 con 0.28 mg/L, jarra n°06 con 0.30 mg/L, se considera la mejor remoción de Hierro de la jarra N° 03 con 0.22 mg/L, respecto a las cinco jarras restantes, y al parámetro inicial de Hierro, con 0.80 mg/L., con una remoción de 72.5 %.

Se observa que para las siguientes dosis del coagulante *Saccharomyces uvarum* y *S. cerevisiae* al 2.2 % de las jarras N° 01, 02, 04, 05 y 06 de turbiedades, se encuentran menores, respecto a la dosis optima del 92.3 % y para el parámetro de Hierro se encuentran menores en remoción a 72.5 %.

9°- Ensayo

En la siguiente tabla se muestra los resultados de los parámetros finales del Hierro con el coagulante *Saccharomyces uvarum* y *S. cerevisiae*:

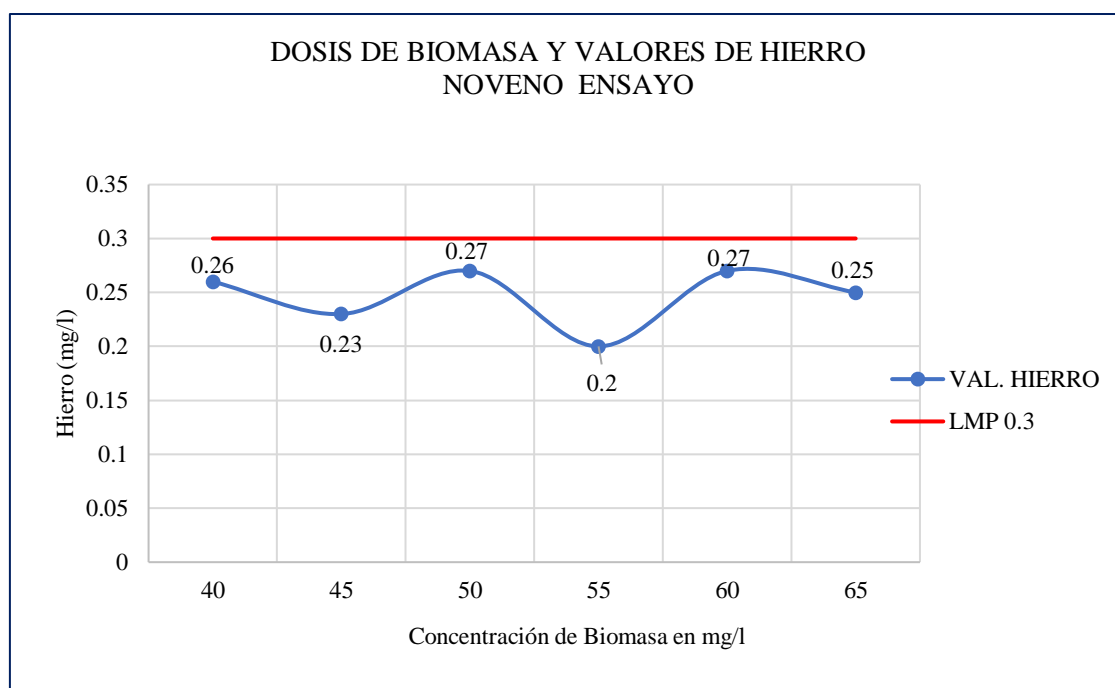


Figura 11. Resultados del Noveno Ensayo, Dosis de Biomasa y Valores de Hierro.

Figura 11. Se muestra los resultados de los parámetros finales del Hierro fueron los siguientes: jarra N°01 con 0.26 mg/L, jarra N°02 con 0.23 mg/L, jarra N°03 con 0.27 mg/L, jarra N°04 con 0.20 mg/L, jarra N°05 con 0.27 mg/L, jarra n°06 con 0.25 mg/L, se considera la mejor remoción de Hierro de la jarra N° 04 con 0.20 mg/L, respecto a las cinco jarras restantes, y al parámetro inicial de Hierro, con 0.90 mg/L., con una remoción de 77.7 %.

Se observa que para las siguientes dosis del coagulante *Saccharomyces uvarum* y *S. cerevisiae* al 2.4 % de las jarras N° 01, 02, 03, 05 y 06 de turbiedades, se encuentran menores, respecto a la dosis optima del 92.3 % y para el parámetro de Hierro se encuentran menores en remoción a 77.7%.

10° - Ensayo

En la siguiente tabla se muestra los resultados de los parámetros finales del Hierro con el coagulante *Saccharomyces uvarum* y *S. cerevisiae*:

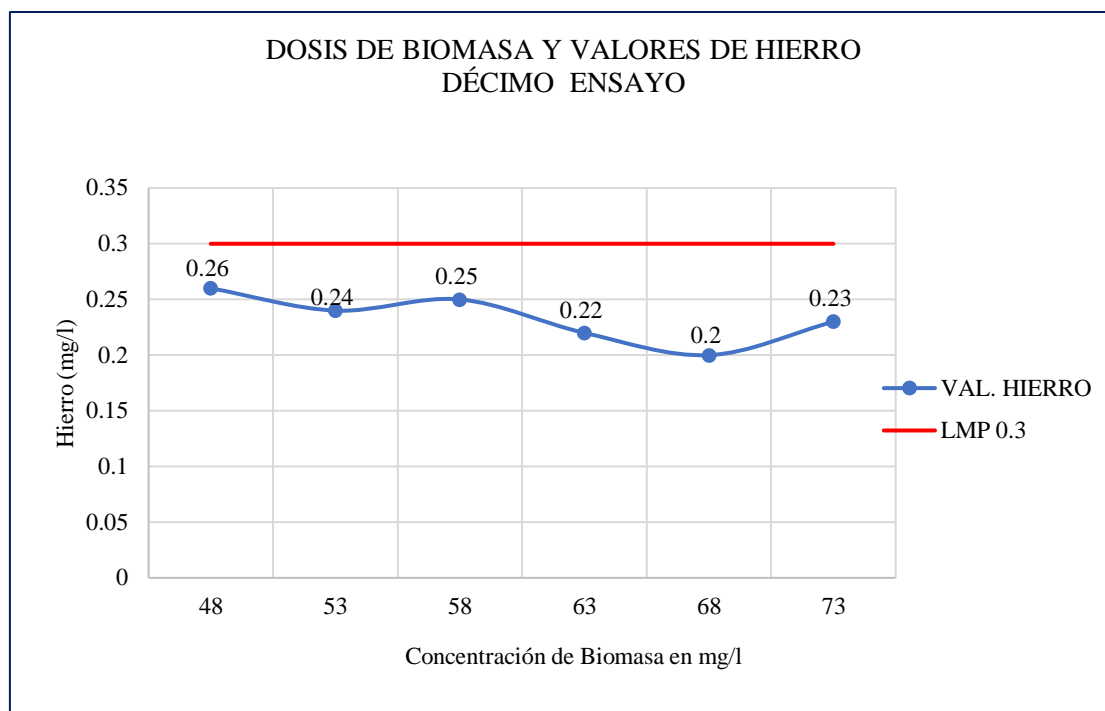


Figura 12. Resultados del Décimo Ensayo, Dosis de Biomasa y Valores de Hierro.

Figura 12. Se muestra los resultados de los parámetros finales del Hierro fueron los siguientes: jarra N°01 con 0.26 mg/L, jarra N°02 con 0.24 mg/L, jarra N°03 con 0.25 mg/L, jarra N°04 con 0.22 mg/L, jarra N°05 con 0.20 mg/L, jarra n°06 con 0.23 mg/L, se considera la mejor remoción de Hierro de la jarra N° 05 con 0.20 mg/L, respecto a las cinco jarras restantes, y al parámetro inicial de Hierro, con 0.88 mg/L., con una remoción de 77.3 %.

Se observa que para las siguientes dosis del coagulante *Saccharomyces uvarum* y *S. cerevisiae* al 2.5 % de las jarras N° 01, 02, 03, 04 y 06 de turbiedades, se encuentran menores, respecto a la dosis optima del 89 % y para el parámetro de Hierro se encuentran menores en remoción a 77.3%.

11° - Ensayo

En la siguiente tabla se muestra los resultados de los parámetros finales del Hierro con el coagulante *Saccharomyces uvarum* y *S. cerevisiae*:

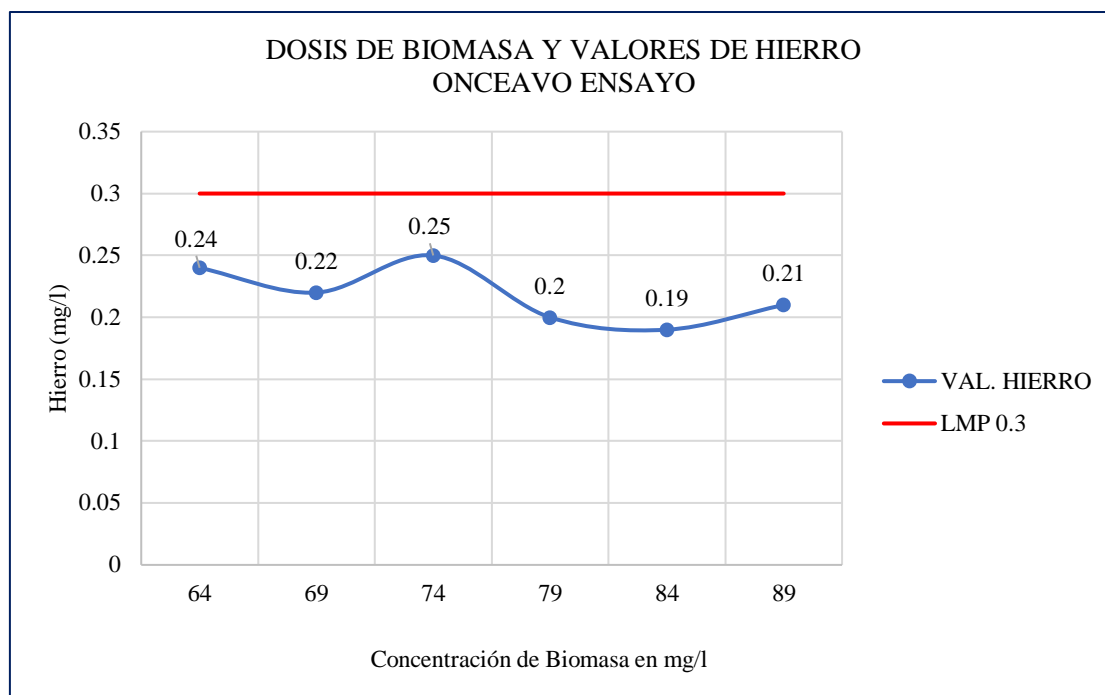


Figura 13. Resultados del Onceavo Ensayo, Dosis de Biomasa y Valores de Hierro.

Figura 13. Se muestra los resultados de los parámetros finales del Hierro fueron los siguientes: jarra N°01 con 0.24 mg/L, jarra N°02 con 0.22 mg/L, jarra N°03 con 0.25 mg/L, jarra N°04 con 0.20 mg/L, jarra N°05 con 0.21 mg/L, jarra n°06 con 0.19 mg/L, se considera la mejor remoción de Hierro de la jarra N° 06 con 0.19 mg/L, respecto a las cinco jarras restantes, y al parámetro inicial de Hierro, con 0.95 mg/L., con una remoción de 80 %.

Se observa que para las siguientes dosis del coagulante *Saccharomyces uvarum* y *S. cerevisiae* al 2.6 % de las jarras N° 01, 02, 03, 04 y 05 de turbiedades, se encuentran menores, respecto a la dosis optima del 93.4 % y para el parámetro de Hierro se encuentran menores en remoción a 80 %.

12° Ensayo

En la siguiente tabla se muestra los resultados de los parámetros finales del Hierro con el coagulante *Saccharomyces uvarum* y *S. cerevisiae*:

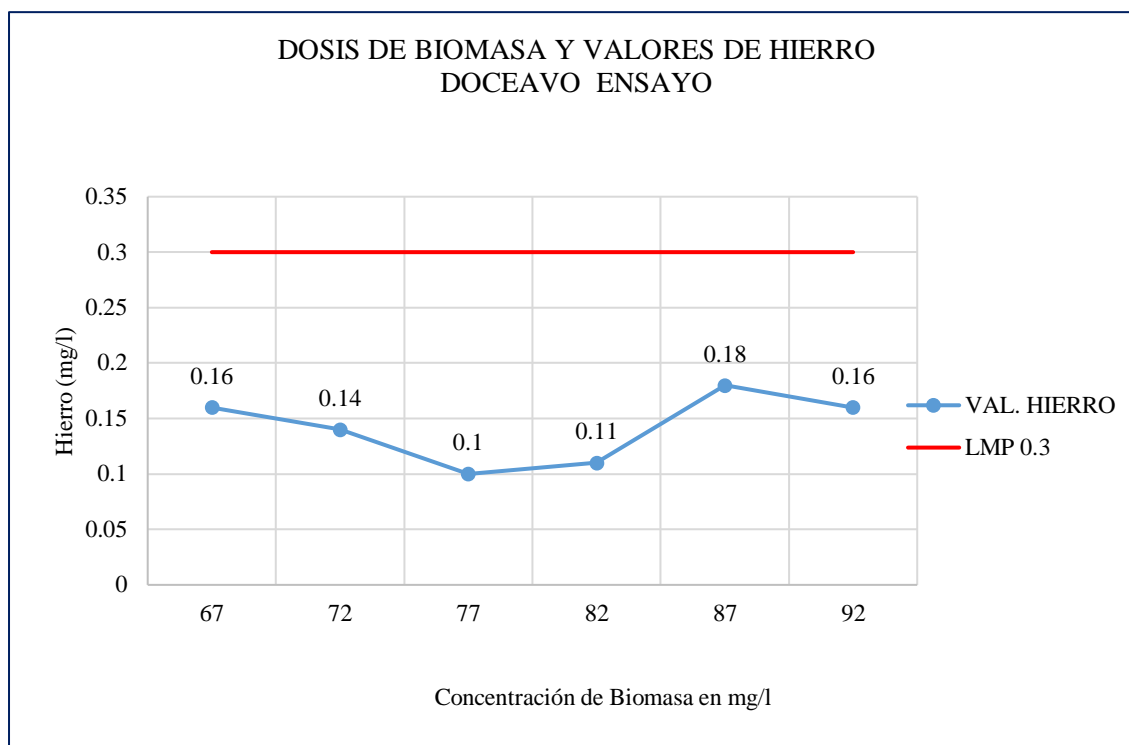


Figura 14. Resultados del Doceavo Ensayo, Dosis de Biomasa y Valores de Hierro.

Figura 14. Se muestra los resultados de los parámetros finales del Hierro fueron los siguientes: jarra N°01 con 0.16 mg/L, jarra N°02 con 0.14 mg/L, jarra N°03 con 0.10 mg/L, jarra N°04 con 0.11 mg/L, jarra N°05 con 0.18 mg/L, jarra n°06 con 0.16 mg/L, se considera la mejor remoción de Hierro de la jarra N° 03 con 0.10 mg/L, respecto a las cinco jarras restantes, y al parámetro inicial de Hierro, con 0.60 mg/L., con una remoción de 83.3 %.

Se observa que para las siguientes dosis del coagulante *Saccharomyces uvarum* y *S. cerevisiae* al 2.8 % de las jarras N° 01, 02, 04, 05 y 06 de turbiedades, se encuentran menores, respecto a la dosis optima del 93.4 % y para el parámetro de Hierro se encuentran menores en remoción a 83.3 %.

13°- Ensayo

En la siguiente tabla se muestra los resultados de los parámetros finales del Hierro con el coagulante *Saccharomyces uvarum* y *S. cerevisiae*:

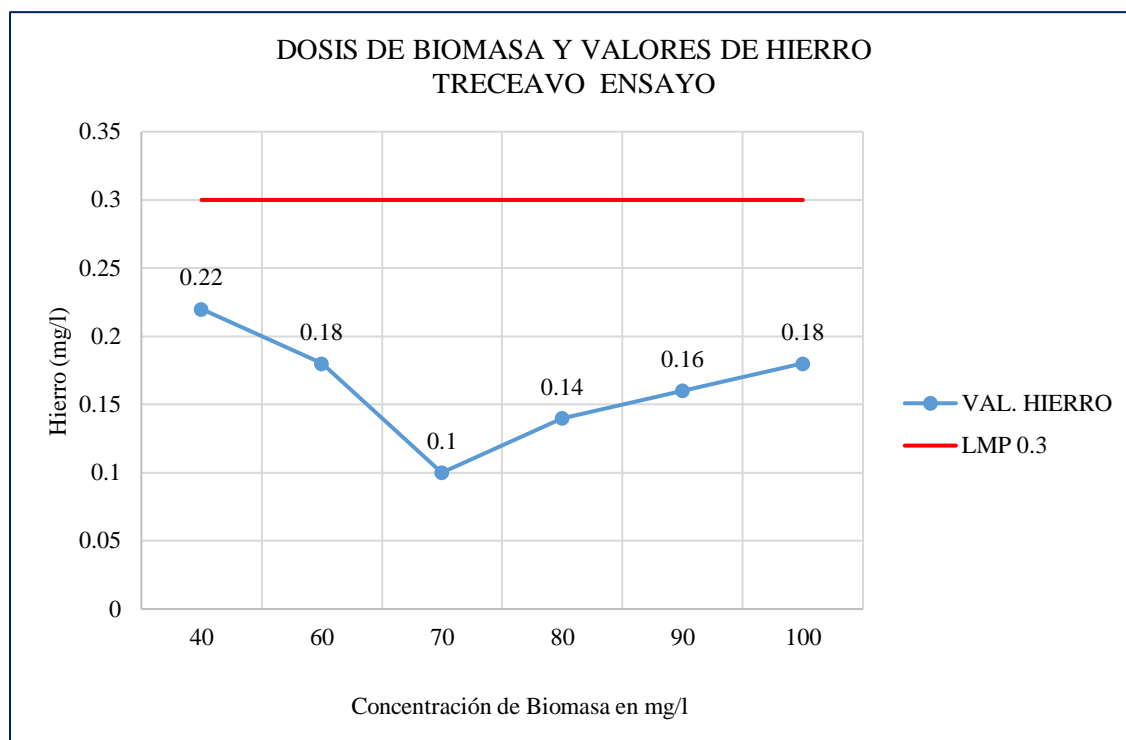


Figura 15. Resultados del Treceavo Ensayo, Dosis de Biomasa y Valores de Hierro.

Figura 15. Se muestra los resultados de los parámetros finales del Hierro fueron los siguientes: jarra N°01 con 0.22 mg/L, jarra N°02 con 0.18 mg/L, jarra N°03 con 0.10 mg/L, jarra N°04 con 0.14 mg/L, jarra N°05 con 0.16 mg/L, jarra n°06 con 0.18 mg/L, se considera la mejor remoción de Hierro de la jarra N° 03 con 0.10 mg/L, respecto a las cinco jarras restantes, y al parámetro inicial de Hierro, con 0.80 mg/L., con una remoción de 87.5 %.

Se observa que para las siguientes dosis del coagulante *Saccharomyces uvarum* y *S. cerevisiae* al 2.9 % de las jarras N° 01, 02, 04, 05 y 06 de turbiedades, se encuentran menores, respecto a la dosis optima del 91.8 % y para el parámetro de Hierro se encuentran menores en remoción a 87.7 %.

14° - Ensayo

En la siguiente tabla se muestra los resultados de los parámetros finales del Hierro con el coagulante *Saccharomyces uvarum* y *S. cerevisiae*:

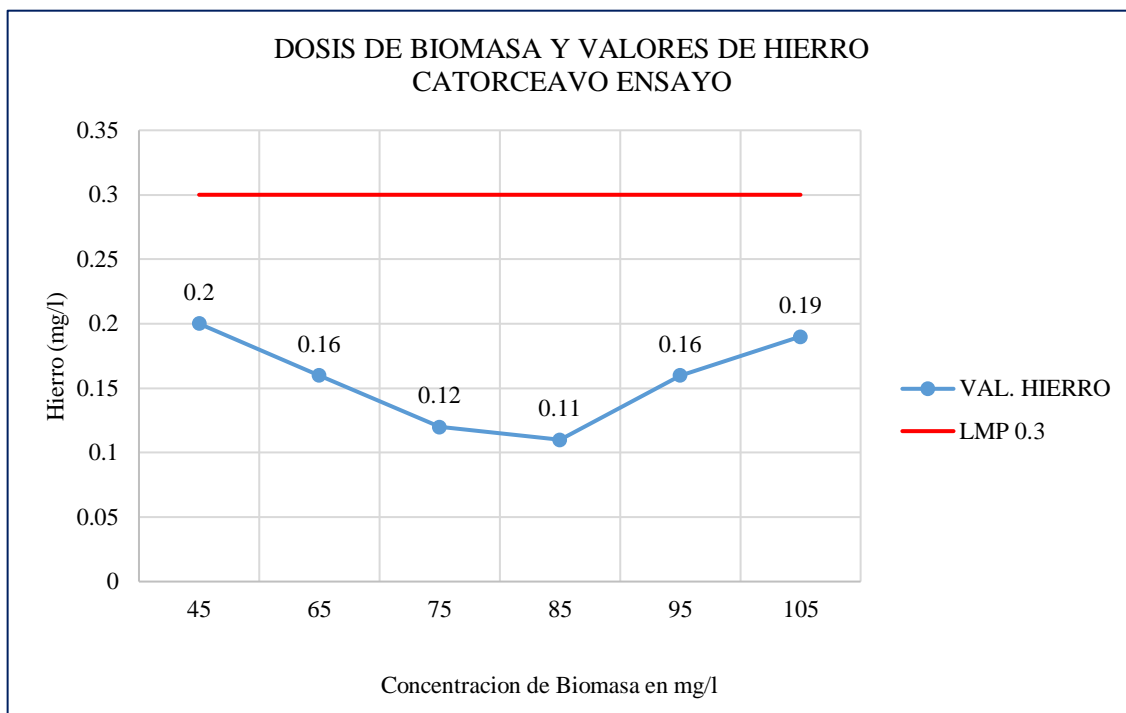


Figura 16. Resultados del Catorceavo Ensayo, Dosis de Biomasa y Valores de Hierro.

Figura N° 16. Se muestra los resultados de los parámetros finales del Hierro fueron los siguientes: jarra N°01 con 0.20 mg/L, jarra N°02 con 0.16 mg/L, jarra N°03 con 0.12 mg/L, jarra N°04 con 0.11 mg/L, jarra N°05 con 0.16 mg/L, jarra N°06 con 0.19 mg/L, se considera la mejor remoción de Hierro de la jarra N° 04 con 0.11 mg/L, respecto a las cinco jarras restantes, y al parámetro inicial de Hierro, con 0.88 mg/L., con una remoción de 87.5 %.

Se observa que para las siguientes dosis del coagulante *Saccharomyces uvarum* y *S. cerevisiae* al 3.0 % de las jarras N° 01, 02, 05, 04 y 06 de turbiedades, se encuentran menores, respecto a la dosis optima del 87.5 % y para el parámetro de Hierro se encuentran menores en remoción a 87.5 %

3.1.2. Relación entre condiciones iniciales, dosis óptimas con *Saccharomyces uvarum* y *S. cerevisiae* y condiciones finales

Se encuentran organizados todos los ensayos realizados con su respectivo parámetro de Turbiedad inicial, final y las dosis óptimas encontradas.

Tabla 3

Resumen de los ensayos realizados de los parámetros de la turbiedad

N° DE ENSAYO	Turbiedad (UNT)		Dosis óptima (ml)
	Inicial	Final	<i>Saccharomyces uvarum</i> <i>S. cerevisiae</i>
1	35	20	25
2	50	19	23
3	45	17	21
4	60	12	34
5	70	9	27
6	48	8	35
7	38	3	43
8	42	3.2	48
9	28	2.4	55
10	32	3.5	68
11	46	3	84
12	26	1.7	77
13	22	1.8	70
14	39	4	85

Se encuentran organizados todos los ensayos realizados con su respectivo parámetro de Hierro inicial, final y las dosis óptimas encontradas.

Tabla 4

Resumen de los ensayos realizados de los parámetros de Hierro.

N° DE ENSAYO	Hierro (mg/l)		Dosis óptima (ml)
	Inicial	Final	Saccharomyces uvarum S. cerevisiae
1	0.77	0.52	25
2	0.68	0.5	23
3	0.74	0.54	21
4	0.69	0.39	34
5	0.75	0.54	27
6	0.62	0.32	35
7	0.58	0.28	43
8	0.8	0.22	48
9	0.9	0.2	55
10	0.88	0.2	68
11	0.95	0.19	84
12	0.6	0.1	77
13	0.8	0.12	70
14	0.88	0.13	85

3.1.3. Porcentajes de remoción de los parámetros fisicoquímicos con *Saccharomyces uvarum* y *S. cerevisiae*.

A continuación, se encuentran los porcentajes de remoción de las dosis aplicadas en los ensayos de cada Prueba de Jarras, donde los parámetros de turbiedad y Hierro, son considerados.

Tabla 5*Remoción de la Turbiedad*

N° DE ENSAYO	TURBIEDAD (UNT)		PORCENTAJE DE REMOCIÓN
	Inicial	Final	
1	35	20	42.80%
2	50	19	62%
3	45	17	62%
4	60	12	80%
5	70	9	87.10%
6	48	8	83.30%
7	38	3	92.10%
8	42	3.2	92.30%
9	28	2.4	91.40%
10	32	3.5	89%
11	46	3	93.40%
12	26	1.7	93.40%
13	22	1.8	91.80%
14	39	4	89.70%

Los parámetros de la Turbiedad final respecto a los iniciales, cumplen con los Estándares de calidad ambiental del D.S. 004-2017 MINAN Cat.A1 y el D.S 031-2010 SA de los LMPs (los números de ensayos del 07 al 14 de la Tabla 5, siendo no considerado los números de ensayos del 1 al 6 de la Tabla 5, no cumplen con los Estándares de calidad ambiental del D.S. 004-2017 MINAN Cat.A1 y el D.S 031-2010 SA de los LMPs de la norma vigente.

Tabla 6*Remoción de Hierro*

N° DE ENSAYO	HIERRO (mg/L)		PORCENTAJE DE REMOCIÓN
	Inicial	Final	
1	0.77	0.52	32.40%
2	0.68	0.5	26.50%
3	0.74	0.54	20%
4	0.69	0.39	44.90%
5	0.75	0.54	28%
6	0.62	0.32	48.30%
7	0.58	0.28	51.70%
8	0.8	0.22	72.50%
9	0.9	0.2	77.70%
10	0.88	0.2	77.30%
11	0.95	0.19	80%
12	0.6	0.1	83.30%

Los parámetros del Hierro final respecto a los iniciales, de los ensayos realizados del 07 al 14 de la Tabla 6 cumplen con los Estándares de calidad ambiental del D.S. 004-2017 MINAN Cat.A1 y el D.S 031-2010 SA de los LMP, siendo no considerado los números de ensayos del 1 al 6 de la Tabla 6, no cumplen con los Estándares de calidad ambiental del D.S. 004-2017 MINAN Cat.A1 y el D.S 031-2010 SA de los LMPs de la norma vigente.

3.2 Discusión de resultados

➤ **(Hussein 2004).** Nos dice que la biosorción de metales pesados mediante biomasa bacteriana ha sido reconocida como una alternativa potencia para descontaminar efluentes industriales. Este proceso puede realizarse mediante la obtención de biomasa ya generada por la industria, como es la farmacéutica y alimentaria. En nuestra experimentación se concluye que realizando la prueba de jarras y asignando un porcentaje a la biomasa hay una remoción eficiente de la turbiedad y hierro.

➤ Los parámetros de la Turbiedad final respecto a los iniciales, cumplen con los Estándares de calidad ambiental del D.S. 004-2017 MINAN Cat.A1 y el D.S 031-2010 SA de los LMPs (los números de ensayos del 07 al 14 de la Tabla 5, siendo no considerado los números de ensayos del 1 al 6 de la Tabla 5, no cumplen con los Estándares de calidad ambiental del D.S. 004-2017 MINAN Cat.A1 y el D.S 031-2010 SA de los LMPs de la norma vigente.

➤ Los parámetros del Hierro final respecto a los iniciales, de los ensayos realizados del 07 al 14 de la Tabla 6 cumplen con los Estándares de calidad ambiental del D.S. 004-2017 MINAN Cat.A1 y el D.S 031-2010 SA de los LMP, siendo no considerado los números de ensayos del 1 al 6 de la Tabla 6, no cumplen con los Estándares de calidad ambiental del D.S. 004-2017 MINAN Cat.A1 y el D.S 031-2010 SA de los LMPs de la norma vigente.

CONCLUSIONES

- En los niveles de los parámetros físicos-Químicos del agua de la quebrada Juningullo la mina se determinaron los siguientes resultados Iniciales: Para el ensayo n° 12, Turbiedad 26 .0 UNT, pH 6.80, Hierro 0.60 mg/L, Dureza 29 mg/L, Color 30.0 UCV Pt/Co, Temperatura 22.0 °C y Conductividad 35 µS/cm,
- Para identificar la dosis óptima de biomasa *Saccharomyces uvarum* y *S. cerevisiae*, se realizaron 14 ensayos de prueba jarras, siendo eficiente el ensayo n° 12 con 77 mg/L con una Turbiedad de 1.70 UNT y de remoción de 93.43 %.
Respecto al Hierro con 77 mg/L es 0.10 mg/L y con una remoción de 86.3%.
- Los resultados obtenidos de los ensayos n° 07 al 14 de la tabla 3 de Los parámetros de Turbiedad final, respecto a los iniciales, cumplen con los Estándares de calidad ambiental establecido en el D.S. 004-2017 MINAN Cat.A1 y el D.S 031-2010 SA de los LMPs, siendo no considerado los números de ensayos del 1 al 6 de la tabla 3, no cumplen con los Estándares de calidad ambiental del D.S. 004-2017 MINAN Cat.A1 y el D.S 031-2010 SA de los LMPs de la norma vigente.
- Los resultados obtenidos de los ensayos n° 07 al 14 de la tabla 4 de Los parámetros del Hierro final, respecto a los iniciales, cumplen con los Estándares de calidad ambiental del D.S. 004-2017 MINAN Cat.A1 y el D.S 031-2010 SA de los LMPs, siendo no considerado los números de ensayos del 1 al 6 de la tabla 4, no cumplen con los Estándares de calidad ambiental del D.S. 004-2017 MINAN Cat.A1 y el D.S 031-2010 SA de los LMPs de la norma vigente.
- Los procesos de la coagulación, floculación y decantación con el coagulante *Saccharomyces uvarum* y *S. cerevisiae*, influye en la reducción y remoción de los niveles iniciales evaluados en los 14 ensayos realizados.
- Influye para pequeños volúmenes de agua, es recomendable utilizar la biomasa en volúmenes pequeños de agua como en zonas rurales, para un tratamiento óptimo.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda a la Empresa Prestadora de Servicios de Saneamiento Sociedad Anónima Moyobamba evaluar con otros coagulantes y floculantes simultáneos, para determinar la eficiencia, variando las dosis, velocidades y los parámetros de pH.
- La Empresa Prestadora de Servicios de Saneamiento Sociedad Anónima Moyobamba debería realizar los ensayos de pruebas de Jarras en las que se determinen parámetros como Fierro, cada vez que existan cambios importantes en el agua de la quebrada Juningullo la mina, en épocas de avenidas o vulnerabilidad de la zona.
- Los ensayos de prueba de jarras es importante para establecer diseños de componentes, para el tratamiento de agua en los parámetros físicos químicos y biológicos en las categorías que establece las normas vigentes.
- La Universidad Nacional de San Martín – T, a través de la Facultad de Ecología de la escuela de Ingeniería Sanitaria debe seguir contribuyendo en las investigaciones del tipo experimental que ayuden a la sociedad civil.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- ARMAS Ramírez, Carlos E. *Tecnología Ambiental*. Editorial. Primera Edición. Trujillo. 2002.
- AROCHA, S. *Abastecimiento de Agua*. Editorial. Venezuela. 1997.
- ACOSTA Rodríguez, CÁRDENAS Gonzales y V.M. Martínez Juárez. *El Uso de diferentes biomazas para la eliminación de metales pesados en sitios contaminados*. 2012.
- MEJÍA Sandoval Gregory, *Aproximación teórica a la biosorción de metales pesados por medio de microorganismos*. 2006.
- GUTIÉRREZ Rivera, Claudia. *Influencia del tiempo de contacto y del tamaño de partículas de pectina de naranja (Citrus sinensis) en la disminución del contenido de hierro (Fe) en efluentes minero*. Tesis Título Profesional. Trujillo, Universidad Nacional de Trujillo, 2016.
- TRELLES Bautista Jesús Antonio. *Biosorción de arsénico en medio acuoso empleando biomazas vegetales inertes*. Tesis Título Profesional. Lima. Universidad Nacional de Ingeniería, 2013. 109pag.
- MORE, Guerra. *Evaluación del uso y aprovechamiento potencial de agua para el abastecimiento en la microcuenca de la quebrada Juninguillo Moyobamba*. Tesis Título Profesional, Universidad Nacional de San Martín – T, 2013.
- CAÑIZARES Villanueva Rosa Olivia. *Biosorción de Metales Pesados mediante el uso de biomasa microbiana*. México. 2000.
- CÁRDENAS González Juan F. *Aislamiento de hongos resistentes a metales pesados a partir de agua de diferentes ríos de la huasteca potosina*. México. 2010.
- CARPÍ Antony. *Propiedades del Agua*. 2003.
- CARMONA. *El Agua*. 2da. Edición 1998.
- CSUROS. *Muestreo y Análisis Ambiental de Metales* Boca Raton, Lewis Publishers. 2002. Pg. 368.

ECHARRI. *Ciencias de la Tierra y Medio Ambiente*. 1998.

FLORES Vásquez Jaime A. *Bioremediación De Metales Tóxicos En Efluentes Mineros Aplicando Biosorción*. Perú.2001

GABRILESCU. *La eliminación de los metales pesados del medio ambiente mediante biosorción*. 2004. (Vol. 4 (3), 219-232).

IZQUIERDO Sanchis Marta. *Eliminación de metales pesados en aguas mediante bioadsorción. Evaluación de materiales y modelación del proceso*. Valencia. 2010.

JARABO Friedrich Francisco. *Fundamentos de Tecnología Ambiental*, Primera Edición. 2000.

LEY General del Ambiente N° 28611. *Artículo 31. Del estándar de calidad ambiental*.

BARRENECHEA. *Tratamiento de agua para consumo humano*. 2004

ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD (OMS). Suiza.2006.

REGINE. *Biosorción, una solución a la contaminación Internacional Microbiología*. 2000.

RUIZ Ramos Encarnación. *Biosorción de metales pesados por microorganismos aislados de aguas residuales*. Tesis Doctoral. Universidad de Jaén. Jaén.2012.

VOLKE. *Suelos Contaminados Por Metales y metaloides: Muestreo y Alternativas párrafo do remediación*. Instituto Nacional de Ecología. 2005. Pag.144.

VASUDEVAN. *Cinética de biosorción de cadmio en la levadura de panadero*. (Bioresource Technology 89:281-287). 2003.

ANEXOS

ANÁLISIS DE PARÁMETROS PRINCIPALES POR ENSAYO Y PROCESO DE PRUEBA DE JARRAS

ANEXO 01

INFORME DE ANALISIS N° 160



ESPECIALISTAS EN CARACTERIZACIÓN FÍSICO QUÍMICO Y BIOLÓGICO DE
AGUA Y SANEAMIENTO


INFORME DE ANÁLISIS N° 160 -2017/ANAQUIMICOS/CC

SOLICITANTE : Karla Rojas Colmenares
 Víctor Manuel Baldera Velásquez
PROYECTO :Determinación de la Capacidad de Biosorción de Hierro (Fe) usando Biomasa *Saccharomyces uvarum* y *S.cerevisiae* a partir del desecho del proceso industrial de la cerveza, en el Tratamiento del agua de la quebrada Juninguillo la Mina, Moyobamba 2016.
MUESTRA : 01
FECHA DE TOMA DE MUESTRA : 15/02/2017
HORA TOMA DE MUESTRA : 2:30 p.m
MUESTREADO : Por el Solicitante.
FECHA DE EMISIÓN : 15-02-2017

RESULTADOS DE PARÁMETROS INICIALES DEL AGUA CRUDA DE LA QUEBRADA JUNINGUILLO

PARÁMETRO	UNIDAD	RESULTADOS
Turbiedad	NTU	35.0
pH	Unidad	6.68
Hierro	mg/L	0.77
Dureza	mg/L	65.0
Color	UCV-Pt/Co	89.0
Temperatura	°C	22.5
Conductividad	μS/cm	86.0

ANAQUIMICOS SERVICIOS GENERALES S.R.L.


 Ing. Samuel López Chávez
 CIP: N° 140874
 TITULAR GERENTE



ESPECIALISTAS EN CARACTERIZACIÓN FÍSICO QUÍMICO Y BIOLÓGICO DE
AGUA Y SANEAMIENTO

SESIÓN EXPERIMENTAL

FECHA: 15-02-2017

HORA: 3:00 p.m

PREPARACIÓN

COAGULANTE	CANTIDAD	UNIDAD	AGUA DESTILADA	mg/L
<i>Saccharomyces uvarum</i> y <i>S.cerevisiae</i> al 1%	10	gr.	1000 ml	10000

DOSIFICACIÓN DEL COAGULANTE

SOLUCIÓN		JARRA N° 01	JARRA N° 02	JARRA N° 03	JARRA N° 04	JARRA N° 05	JARRA N° 06
CONCENTRACIÓN	mg/L	5	10	15	20	25	30
VOLUMEN	ml	1	2	3	4	5	6

PARÁMETROS DE OPERACIÓN

OPERACIÓN	VELOCIDAD	TIEMPO
Mezcla Rápida	300	60 segundos
	100	90 segundos
Floculación	40	15 minutos
Decantación	0	10 minutos
Filtración	0	20 minutos

PARÁMETROS FINALES - DECANTACIÓN

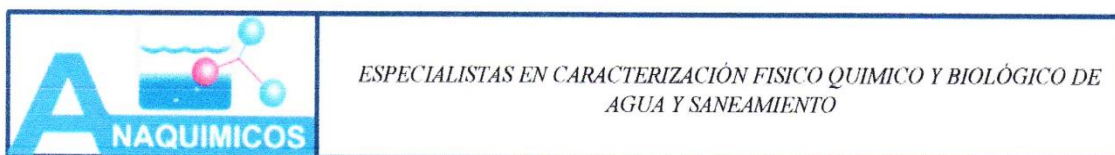
PARÁMETROS FINALES	JARRA N° 01	JARRA N° 02	JARRA N° 03	JARRA N° 04	JARRA N° 05	JARRA N° 06
Turbiedad (NTU)	28.0	25.0	23.0	24	20.0	22.0
pH (Unidad)	6.50	6.60	6.58	6.55	6.57	6.54
Hierro (mg/L)	0.65	0.55	0.54	0.55	0.52	0.54
Dureza (mg/L)	62.0	58.0	56.0	57.0	55.0	55.0
Color (UCV-Pt/Co)	82.0	80.0	79.0	80.0	77	79.0
Temperatura (°C)	23.1	23.1	23.0	23.2	23.0	23.1
Conductividad (μs/cm)	80.0	78.0	77.0	78.0	75.0	77.0

ANAQUIMICOS SERVICIOS GENERALES S.R.L.

Ing. Samuel López Chávez
CIP: N° 140674
TITULAR GERENTE

ANEXO 02

INFORME DE ANALISIS N° 161



INFORME DE ANÁLISIS N° 161 -2017/ANAQUIMICOS/CC

SOLICITANTE : Karla Rojas Colmenares
 Víctor Manuel Baldera Velásquez

PROYECTO : Determinación de la Capacidad de Biosorción de Hierro (Fe) usando Biomasa *Saccharomyces uvarum* y *S.cerevisiae* a partir del desecho del proceso industrial de la cerveza, en el Tratamiento del agua de la quebrada Juninguillo la Mina, Moyobamba 2016.

MUESTRA : 01

FECHA DE TOMA DE MUESTRA : 28/02/2017

HORA TOMA DE MUESTRA : 12:00 p.m

MUESTREADO : Por el Solicitante.

FECHA DE EMISIÓN : 28-02-2017

RESULTADOS DE PARÁMETROS INICIALES DEL AGUA CRUDA DE LA QUEBRADA JUNINGUILLO

PARÁMETRO	UNIDAD	RESULTADOS
Turbiedad	NTU	50.0
pH	Unidad	6.70
Hierro	mg/L	0.68
Dureza	mg/L	60.0
Color	UCV-Pt/Co	95.0
Temperatura	°C	22.6
Conductividad	μS/cm	89.0

ANAQUIMICOS SERVICIOS GENERALES S.R.L.



Ing. Samuel López Chávez
 CIP: N° 140874
 TITULAR GERENTE



ESPECIALISTAS EN CARACTERIZACIÓN FÍSICO QUÍMICO Y BIOLÓGICO DE
AGUA Y SANEAMIENTO

SESIÓN EXPERIMENTAL

FECHA: 28-02-2017

HORA: 1:00 p.m

PREPARACIÓN

COAGULANTE	CANTIDAD	UNIDAD	AGUA DESTILADA	mg/L
<i>Saccharomyces uvarum</i> y <i>S.cerevisiae</i> al 1.1%	11	gr.	1000 ml	11000

DOSIFICACIÓN DEL COAGULANTE

SOLUCIÓN		JARRA N° 01	JARRA N° 02	JARRA N° 03	JARRA N° 04	JARRA N° 05	JARRA N° 06
CONCENTRACIÓN	mg/L	8	13	18	23	28	33
VOLUMEN	ml	1.6	2.6	3.6	4.6	5.6	6.6

PARÁMETROS DE OPERACIÓN

OPERACIÓN	VELOCIDAD	TIEMPO
Mezcla Rápida	300	60 segundos
	100	90 segundos
Floculación	40	15 minutos
Decantación	0	10 minutos
Filtración	0	20 minutos

PARÁMETROS FINALES - DECANTACIÓN

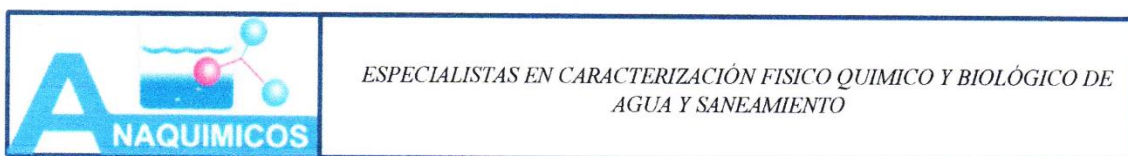
PARÁMETROS FINALES	JARRA N° 01	JARRA N° 02	JARRA N° 03	JARRA N° 04	JARRA N° 05	JARRA N° 06
Turbiedad (NTU)	26.0	22.0	20.0	19.0	22.0	23.0
pH (Unidad)	6.62	6.59	6.56	6.58	6.59	6.57
Hierro (mg/L)	0.60	0.56	0.52	0.50	0.53	0.55
Dureza (mg/L)	57.0	55.0	54.0	53.0	55.0	56.0
Color (UCV-Pt/Co)	75.0	74.0	74.0	72.0	75.0	77.0
Temperatura (°C)	22.9	23.0	22.7	22.9	23.0	22.9
Conductividad (µs/cm)	89.0	75.0	76.0	74.0	77.0	75.0

ANAQUIMICOS SERVICIOS GENERALES S.R.L.


Ing. Samuel López Chávez
CIP: N° 140674
TITULAR GERENTE

ANEXO 03

INFORME DE ANALISIS N° 162



INFORME DE ANÁLISIS N° 162 -2017/ANAQUIMICOS/CC

SOLICITANTE : Karla Rojas Colmenares
 Víctor Manuel Baldera Velásquez

PROYECTO : Determinación de la Capacidad de Biosorción de Hierro (Fe) usando Biomasa *Saccharomyces uvarum* y *S.cerevisiae* a partir del desecho del proceso industrial de la cerveza, en el Tratamiento del agua de la quebrada Juninguillo la Mina, Moyobamba 2016.

MUESTRA : 01

FECHA DE TOMA DE MUESTRA : 15/03/2017

HORA TOMA DE MUESTRA : 11:00 a.m

MUESTREADO : Por el Solicitante.

FECHA DE EMISIÓN : 15-03-2017

RESULTADOS DE PARÁMETROS INICIALES DEL AGUA CRUDA DE LA QUEBRADA JUNINGUILLO

PARÁMETRO	UNIDAD	RESULTADOS
Turbiedad	NTU	45.0
pH	Unidad	6.65
Hierro	mg/L	0.74
Dureza	mg/L	68.0
Color	UCV-Pt/Co	88.0
Temperatura	°C	21.8
Conductividad	µS/cm	86.0

ANAQUIMICOS SERVICIOS GENERALES S.R.L.


Ing. Samuel López Chávez
 CIP: N° 140874
 TITULAR GERENTE



ESPECIALISTAS EN CARACTERIZACIÓN FÍSICO QUÍMICO Y BIOLÓGICO DE
AGUA Y SANEAMIENTO

SESIÓN EXPERIMENTAL

FECHA: 15-03-2017

HORA: 11:00 a.m

PREPARACIÓN

COAGULANTE	CANTIDAD	UNIDAD	AGUA DESTILADA	mg/L
<i>Saccharomyces uvarum</i> y <i>S.cerevisiae</i> al 1.2%	12	gr.	1000 ml	12000

DOSIFICACIÓN DEL COAGULANTE

SOLUCIÓN		JARRA N° 01	JARRA N° 02	JARRA N° 03	JARRA N° 04	JARRA N° 05	JARRA N° 06
CONCENTRACIÓN	mg/L	11	16	21	26	31	36
VOLUMEN	ml	2.2	3.2	4.2	5.2	6.2	7.2


PARÁMETROS DE OPERACIÓN

OPERACIÓN	VELOCIDAD	TIEMPO
Mezcla Rápida	300	60 segundos
	100	90 segundos
Floculación	40	15 minutos
Decantación	0	10 minutos
Filtración	0	20 minutos

PARÁMETROS FINALES - DECANTACIÓN

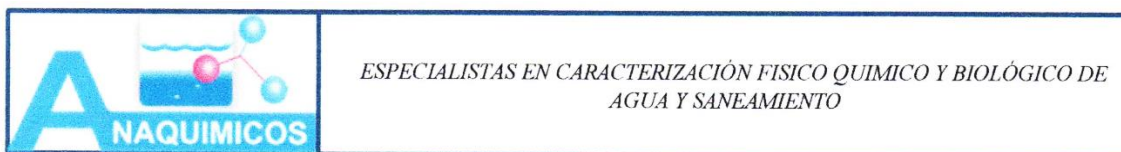
PARÁMETROS FINALES	JARRA N° 01	JARRA N° 02	JARRA N° 03	JARRA N° 04	JARRA N° 05	JARRA N° 06
Turbiedad (NTU)	25.0	21.0	17.0	20.0	18.0	19.0
pH (Unidad)	6.61	6.57	6.55	6.60	6.57	6.59
Hierro (mg/L)	0.65	0.55	0.54	0.55	0.56	0.54
Dureza (mg/L)	59.0	54.0	50.0	52.0	53.0	51.0
Color (UCV-Pt/Co)	77.0	78.0	75.0	76.0	74.0	76.0
Temperatura (°C)	22.8	22.9	22.8	22.8	22.8	22.9
Conductividad (μs/cm)	79.0	75.0	76.0	75.0	77.0	78.0

ANAQUÍMICOS SERVICIOS GENERALES S.R.L.


Ing. Samuel López Chávez
CIP: N° 140874
TITULAR GERENTE

ANEXO 04

INFORME DE ANALISIS N° 163



INFORME DE ANÁLISIS N° 163 -2017/ANAQUIMICOS/CC

SOLICITANTE : Karla Rojas Colmenares
 Víctor Manuel Baldera Velásquez

PROYECTO :Determinación de la Capacidad de Biosorción de Hierro (Fe) usando Biomasa *Saccharomyces uvarum* y *S.cerevisiae* a partir del desecho del proceso industrial de la cerveza, en el Tratamiento del agua de la quebrada Juninguillo la Mina, Moyobamba 2016.

MUESTRA : 01

FECHA DE TOMA DE MUESTRA : 30/03/2017

HORA TOMA DE MUESTRA : 02:30 a.m

MUESTREADO : Por el Solicitante.

FECHA DE EMISIÓN : 30-03-2017

RESULTADOS DE PARÁMETROS INICIALES DEL AGUA CRUDA DE LA QUEBRADA JUNINGUILLO

PARÁMETRO	UNIDAD	RESULTADOS
Turbiedad	NTU	60.0
pH	Unidad	6.70
Hierro	mg/L	0.69
Dureza	mg/L	62.0
Color	UCV-Pt/Co	77.0
Temperatura	°C	22.6
Conductividad	µS/cm	84.0

ANAQUIMICOS SERVICIOS GENERALES S.R.L.

 Ing. Samuel López Chávez
 CIP: N° 140874
 TITULAR GERENTE



ESPECIALISTAS EN CARACTERIZACIÓN FÍSICO QUÍMICO Y BIOLÓGICO DE
AGUA Y SANEAMIENTO

SESIÓN EXPERIMENTAL

FECHA: 30-03-2017

HORA: 3:00 p.m

PREPARACIÓN

COAGULANTE	CANTIDAD	UNIDAD	AGUA DESTILADA	mg/L
<i>Saccharomyces uvarum</i> y <i>S.cerevisiae</i> al 1.3%	13	gr.	10000 ml	13000

DOSIFICACIÓN DEL COAGULANTE

SOLUCIÓN	JARRA N° 01	JARRA N° 02	JARRA N° 03	JARRA N° 04	JARRA N° 05	JARRA N° 06
CONCENTRACIÓN mg/L	14	19	24	29	34	39
VOLUMEN ml	2.8	3.8	4.8	5.8	6.8	7.8


PARÁMETROS DE OPERACIÓN

OPERACIÓN	VELOCIDAD	TIEMPO
Mezcla Rápida	300	60 segundos
	100	90 segundos
Floculación	40	15 minutos
Decantación	0	10 minutos
Filtración	0	20 minutos

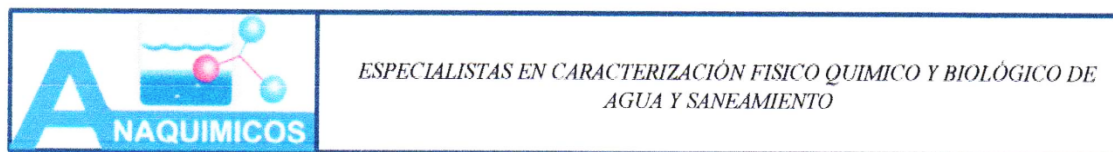
PARÁMETROS FINALES - DECANTACIÓN

PARÁMETROS FINALES	JARRA N° 01	JARRA N° 02	JARRA N° 03	JARRA N° 04	JARRA N° 05	JARRA N° 06
Turbiedad (NTU)	18.0	15.0.0	16.0	14.0	12.0	17.0
pH (Unidad)	6.60	6.59	6.57	6.58	6.56	6.58
Hierro (mg/L)	0.44	0.43	0.41	0.38	0.39	0.40
Dureza (mg/L)	42.0	45.0	47.0	43.0	40.0	45.0
Color (UCV-Pt/Co)	48.0	80.0	79.0	80.0	77	79.0
Temperatura (°C)	22.7	22.8	22.7	22.8	22.8	2.1
Conductividad (μs/cm)	62.0	60.0	59.0	60.0	57.0	59.0

ANAQUÍMICOS SERVICIOS GENERALES S.R.L.


Ing. Samuel López Chávez
CIP: N° 140874
TITULAR GERENTE

ANEXO 05
INFORME DE ANALISIS N° 164



INFORME DE ANÁLISIS N° 164 -2017/ANAQUIMICOS/CC

SOLICITANTE : Karla Rojas Colmenares
 Victor Manuel Baldera Velásquez

PROYECTO :Determinación de la Capacidad de Biosorción de Hierro (Fe) usando Biomasa *Saccharomyces uvarum* y *S.cerevisiae* a partir del desecho del proceso industrial de la cerveza, en el Tratamiento del agua de la quebrada Juninguillo la Mina, Moyobamba 2016.

MUESTRA : 01

FECHA DE TOMA DE MUESTRA : 15/04/2017

HORA TOMA DE MUESTRA : 10:00 a.m


MUESTREADO : Por el Solicitante.

FECHA DE EMISIÓN : 15-04-2017

RESULTADOS DE PARÁMETROS INICIALES DEL AGUA CRUDA DE LA QUEBRADA JUNINGUILLO

PARÁMETRO	UNIDAD	RESULTADOS
Turbiedad	NTU	70.0
pH	Unidad	6.60
Hierro	mg/L	0.75
Dureza	mg/L	68.0
Color	UCV-Pt/Co	82.0
Temperatura	°C	22.7
Conductividad	μS/cm	87.0

ANAQUIMICOS SERVICIOS GENERALES S.R.L.


 Ing. Samuel López Chávez
 CIP: N° 140874
 TITULAR GERENTE



ESPECIALISTAS EN CARACTERIZACIÓN FÍSICO QUÍMICO Y BIOLÓGICO DE
AGUA Y SANEAMIENTO

SESIÓN EXPERIMENTAL

FECHA: 15-04-2017

HORA: 10:30 a.m

PREPARACIÓN

COAGULANTE	CANTIDAD	UNIDAD	AGUA DESTILADA	mg/L
<i>Saccharomyces uvarum</i> y <i>S.cerevisiae</i> al 1.4%	14	gr.	1000 ml	140000

DOSIFICACIÓN DEL COAGULANTE

SOLUCIÓN		JARRA N° 01	JARRA N° 02	JARRA N° 03	JARRA N° 04	JARRA N° 05	JARRA N° 06
CONCENTRACIÓN	mg/L	17	22	27	32	37	42
VOLUMEN	ml	3.4	4.4	5.4	6.4	7.4	8.4

PARÁMETROS DE OPERACIÓN

OPERACIÓN	VELOCIDAD	TIEMPO
Mezcla Rápida	300	60 segundos
	100	90 segundos
Floculación	40	15 minutos
Decantación	0	10 minutos
Filtración	0	20 minutos

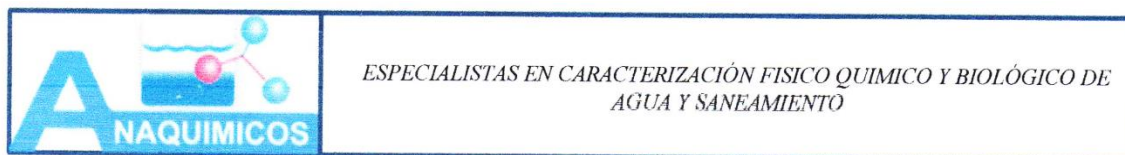
PARÁMETROS FINALES - DECANTACIÓN

PARÁMETROS FINALES	JARRA N° 01	JARRA N° 02	JARRA N° 03	JARRA N° 04	JARRA N° 05	JARRA N° 06
Turbiedad (NTU)	14.0	12.0	9.0	10	11.0	10.0
pH (Unidad)	6.54	6.56	6.50	6.52	6.56	6.52
Hierro (mg/L)	0.60	0.55	0.54	0.55	0.52	0.54
Dureza (mg/L)	62.0	58.0	56.0	57.0	55.0	55.0
Color (UCV-Pt/Co)	82.0	80.0	79.0	80.0	77	79.0
Temperatura (°C)	23.1	23.1	23.0	23.2	23.0	23.1
Conductividad (µs/cm)	80.0	78.0	77.0	78.0	75.0	77.0

ANAQUIMICOS SERVICIOS GENERALES S.R.L.

Samuel López Chávez
Ing. Samuel López Chávez
CIP: N° 140674
TITULAR GERENTE

ANEXO 06
INFORME DE ANALISIS N° 165



INFORME DE ANÁLISIS N° 165 -2017/ANAQUIMICOS/CC

SOLICITANTE : Karla Rojas Colmenares
 Víctor Manuel Baldera Velásquez
PROYECTO :Determinación de la Capacidad de Biosorción de Hierro (Fe) usando Biomasa *Saccharomyces uvarum* y *S.cerevisiae* a partir del desecho del proceso industrial de la cerveza, en el Tratamiento del agua de la quebrada Juninguillo la Mina, Moyobamba 2016.
MUESTRA : 01
FECHA DE TOMA DE MUESTRA : 30/04/2017
HORA TOMA DE MUESTRA : 10:30 a.m
MUESTREADO : Por el Solicitante.
FECHA DE EMISIÓN : 30-04-2017

RESULTADOS DE PARÁMETROS INICIALES DEL AGUA CRUDA DE LA QUEBRADA JUNINGUILLO

PARÁMETRO	UNIDAD	RESULTADOS
Turbiedad	NTU	48.0
pH	Unidad	6.70
Hierro	mg/L	0.62
Dureza	mg/L	60.0
Color	UCV-Pt/Co	75.0
Temperatura	°C	22.2
Conductividad	µS/cm	78.0

ANAQUIMICOS SERVICIOS GENERALES E.I.R.L.

 Ing. Samuel López Chávez
 CIP: N° 140874
 TITULAR GERENTE



ESPECIALISTAS EN CARACTERIZACIÓN FÍSICO QUÍMICO Y BIOLÓGICO DE
AGUA Y SANEAMIENTO

SESIÓN EXPERIMENTAL

FECHA: 30-04-2017

HORA: 11:00 a.m

PREPARACIÓN

COAGULANTE	CANTIDAD	UNIDAD	AGUA DESTILADA	mg/L
<i>Saccharomyces uvarum</i> y <i>S.cerevisiae</i> al 1.5%	15	gr.	1000 ml	15000

DOSIFICACIÓN DEL COAGULANTE

SOLUCIÓN		JARRA N° 01	JARRA N° 02	JARRA N° 03	JARRA N° 04	JARRA N° 05	JARRA N° 06
CONCENTRACIÓN	mg/L	20	25	30	35	40	45
VOLUMEN	ml	4	5	6	7	8	9

PARÁMETROS DE OPERACIÓN

OPERACIÓN	VELOCIDAD	TIEMPO
Mezcla Rápida	300	60 segundos
	100	90 segundos
Floculación	40	15 minutos
Decantación	0	10 minutos
Filtración	0	20 minutos

PARÁMETROS FINALES - DECANTACIÓN

PARÁMETROS FINALES	JARRA N° 01	JARRA N° 02	JARRA N° 03	JARRA N° 04	JARRA N° 05	JARRA N° 06
Turbiedad (NTU)	15.0.0	12.0.0	10.0	8.0	11.0	9.0
pH (Unidad)	6.54	6.56	6.58	6.59	6.56	6.55
Hierro (mg/L)	0.38	0.35	0.33	0.32	0.34	0.33
Dureza (mg/L)	55.0	50.0	53.0	48.0	52.0	50.0
Color (UCV-Pt/Co)	45.0	40.0	30.0	18.0	20.0	19.0
Temperatura (°C)	22.6	22.5	22.6	22.5	22.5	22.5
Conductividad (µs/cm)	55.0	52.0	50.0	47.0	49.0	50.0

ANAQUIMICOS SERVICIOS GENERALES S.R.L.


Ing. Samuel López Chávez
CIP: N° 140674
TITULAR GERENTE

ANEXO 07
INFORME DE ANALISIS N° 166



ESPECIALISTAS EN CARACTERIZACIÓN FÍSICO QUÍMICO Y BIOLÓGICO DE
 AGUA Y SANEAMIENTO

INFORME DE ANÁLISIS N° 166 -2017/ANAQUIMICOS/CC

SOLICITANTE : Karla Rojas Colmenares
 Víctor Manuel Baldera Velásquez
PROYECTO : Determinación de la Capacidad de Biosorción de Hierro (Fe) usando Biomasa *Saccharomyces uvarum* y *S.cerevisiae* a partir del desecho del proceso industrial de la cerveza, en el Tratamiento del agua de la quebrada Juninguillo la Mina, Moyobamba 2016.
MUESTRA : 01
FECHA DE TOMA DE MUESTRA : 15/05/2017
HORA TOMA DE MUESTRA : 9:40 a.m
MUESTREO : Por el Solicitante.
FECHA DE EMISIÓN : 15-05-2017

RESULTADOS DE PARÁMETROS INICIALES DEL AGUA CRUDA DE LA QUEBRADA JUNINGUILLO

PARÁMETRO	UNIDAD	RESULTADOS
Turbiedad	NTU	38.0
pH	Unidad	6.85
Hierro	mg/L	0.58
Dureza	mg/L	70.0
Color	UCV-Pt/Co	67.0
Temperatura	°C	22.0
Conductividad	µS/cm	54.0

ANAQUIMICOS SERVICIOS GENERALES S.R.L.

 Ing. Samuel López Chávez
 CIP: N° 140874
 TITULAR GERENTE



ESPECIALISTAS EN CARACTERIZACIÓN FÍSICO QUÍMICO Y BIOLÓGICO DE
AGUA Y SANEAMIENTO

SESIÓN EXPERIMENTAL

FECHA: 15-05-2017

HORA: 10:20 a.m

PREPARACIÓN

COAGULANTE	CANTIDAD	UNIDAD	AGUA DESTILADA	mg/L
<i>Saccharomyces uvarum</i> y <i>S.cerevisiae</i> al 2%	20	gr.	1000 ml	20000

DOSIFICACIÓN DEL COAGULANTE

SOLUCIÓN	JARRA N° 01	JARRA N° 02	JARRA N° 03	JARRA N° 04	JARRA N° 05	JARRA N° 06
CONCENTRACIÓN mg/L	28	33	38	43	48	53
VOLUMEN ml	5.6	6.6	7.6	8.6	9.6	10.6

PARÁMETROS DE OPERACIÓN

OPERACIÓN	VELOCIDAD	TIEMPO
Mezcla Rápida	300	60 segundos
	100	90 segundos
Floculación	40	15 minutos
Decantación	0	10 minutos
Filtración	0	20 minutos

PARÁMETROS FINALES - DECANTACIÓN

PARÁMETROS FINALES	JARRA N° 01	JARRA N° 02	JARRA N° 03	JARRA N° 04	JARRA N° 05	JARRA N° 06
Turbiedad (NTU)	12.0.0	8.0.0	5.0	3.0	9.0	10.0
pH (Unidad)	6.50	6.72	6.80	6.90	6.56	6.55
Hierro (mg/L)	0.35	0.32	0.30	0.28	0.34	0.37
Dureza (mg/L)	49.0	44.0	42.0	38.0	46.0	45.0
Color (UCV-Pt/Co)	35.0	32.0	28.0	15.0	30.0	19.0
Temperatura (°C)	22.4	22.5	22.4	22.4	22.4	22.4
Conductividad (µs/cm)	42.0	38.0	36.0	34.0	40.0	41.0

ANAQUIMICOS SERVICIOS GENERALES S.R.L.

Ing. Samuel López Chávez

CIP: N° 140874

TITULAR GERENTE

ANEXO 08
INFORME DE ANALISIS N° 167



ESPECIALISTAS EN CARACTERIZACIÓN FÍSICO QUÍMICO Y BIOLÓGICO DE
 AGUA Y SANEAMIENTO

INFORME DE ANÁLISIS N° 167 -2017/ANAQUIMICOS/CC

SOLICITANTE : Karla Rojas Colmenares
 Víctor Manuel Baldera Velásquez
PROYECTO : Determinación de la Capacidad de Biosorción de Hierro (Fe) usando Biomasa *Saccharomyces uvarum* y *S.cerevisiae* a partir del desecho del proceso industrial de la cerveza, en el Tratamiento del agua de la quebrada Juninguillo la Mina, Moyobamba 2016.
MUESTRA : 01
FECHA DE TOMA DE MUESTRA : 30/05/2017
HORA TOMA DE MUESTRA : 8:30 a.m
MUESTREADO : Por el Solicitante.
FECHA DE EMISIÓN : 30-05-2017

RESULTADOS DE PARÁMETROS INICIALES DEL AGUA CRUDA DE LA QUEBRADA JUNINGUILLO

PARÁMETRO	UNIDAD	RESULTADOS
Turbiedad	NTU	42.0
pH	Unidad	6.75
Hierro	mg/L	0.80
Dureza	mg/L	65.0
Color	UCV-Pt/Co	46.0
Temperatura	°C	22.8
Conductividad	µS/cm	47.0

ANAQUÍMICOS SERVICIOS GENERALES E.I.R.L.


 Ing. Samuel López Chávez
 CIP: N° 140874
 TITULAR GERENTE



ESPECIALISTAS EN CARACTERIZACIÓN FÍSICO QUÍMICO Y BIOLÓGICO DE
AGUA Y SANEAMIENTO

SESIÓN EXPERIMENTAL

FECHA: 30-05-2017

HORA: 09:23 a.m

PREPARACIÓN

COAGULANTE	CANTIDAD	UNIDAD	AGUA DESTILADA	mg/L
<i>Saccharomyces uvarum</i> y <i>S.cerevisiae</i> al 2.2%	22	gr.	1000 ml	22000

DOSIFICACIÓN DEL COAGULANTE

SOLUCIÓN		JARRA N° 01	JARRA N° 02	JARRA N° 03	JARRA N° 04	JARRA N° 05	JARRA N° 06
CONCENTRACIÓN	mg/L	35	43	48	53	58	63
VOLUMEN	ml	7.0	8.6	9.6	10.6	11.6	12.6

PARÁMETROS DE OPERACIÓN

OPERACIÓN	VELOCIDAD	TIEMPO
Mezcla Rápida	300	60 segundos
	100	90 segundos
Floculación	40	15 minutos
Decantación	0	10 minutos
Filtración	0	20 minutos

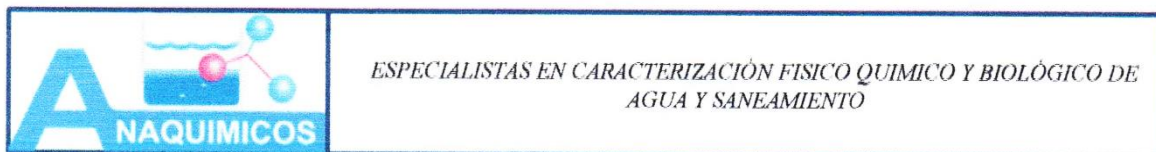
PARÁMETROS FINALES - DECANTACIÓN

PARÁMETROS FINALES	JARRA N° 01	JARRA N° 02	JARRA N° 03	JARRA N° 04	JARRA N° 05	JARRA N° 06
Turbiedad (NTU)	8.00	6.0	3.2	7.1	5.2	9.5
pH (Unidad)	6.50	6.63	6.75	6.60	6.58	6.55
Hierro (mg/L)	0.27	0.25	0.22	0.29	0.28	0.30
Dureza (mg/L)	39.0	35.0	33.0	36.0	35.0	37.0
Color (UCV-Pt/Co)	25.0	23.0	14.0	16.0	18.0	20.0
Temperatura (°C)	22.2	22.3	22.3	22.3	22.4	22.3
Conductividad (µs/cm)	38.0	36.0	34.0	37.0	42.0	40.0

ANAQUIMICOS SERVICIOS GENERALES S.R.L.


Ing. Samuel López Chávez
CIP: N° 140674
TITULAR GERENTE

ANEXO 09
INFORME DE ANALISIS N° 168



INFORME DE ANÁLISIS N° 168 -2017/ANAQUIMICOS/CC

SOLICITANTE : Karla Rojas Colmenares
 Víctor Manuel Baldera Velásquez

PROYECTO :Determinación de la Capacidad de Biosorción de Hierro (Fe) usando Biomasa *Saccharomyces uvarum* y *S.cerevisiae* a partir del desecho del proceso industrial de la cerveza, en el Tratamiento del agua de la quebrada Juninguillo la Mina, Moyobamba 2016.

MUESTRA : 01

FECHA DE TOMA DE MUESTRA : 15/06/2017

HORA TOMA DE MUESTRA : 9:38 a.m

MUESTREADO : Por el Solicitante.

FECHA DE EMISIÓN : 15-06-2017

RESULTADOS DE PARÁMETROS INICIALES DEL AGUA CRUDA DE LA QUEBRADA JUNINGUILLO

PARÁMETRO	UNIDAD	RESULTADOS
Turbiedad	NTU	28.0
pH	Unidad	6.84
Hierro	mg/L	0.90
Dureza	mg/L	39.0
Color	UCV-Pt/Co	32.0
Temperatura	°C	22.1
Conductividad	μS/cm	30.0

ANAQUIMICOS SERVICIOS GENERALES S.R.L.


Ing. Samuel López Chávez
 CIP: N° 140674
 TITULAR GERENTE



ESPECIALISTAS EN CARACTERIZACIÓN FÍSICO QUÍMICO Y BIOLÓGICO DE
AGUA Y SANEAMIENTO

SESIÓN EXPERIMENTAL

FECHA: 15-06-2017

HORA: 09:43 a.m

PREPARACIÓN

COAGULANTE	CANTIDAD	UNIDAD	AGUA DESTILADA	mg/L
<i>Saccharomyces uvarum</i> y <i>S.cerevisiae</i> al 2.4%	24	gr.	1000 ml	24000

DOSIFICACIÓN DEL COAGULANTE

SOLUCIÓN		JARRA N° 01	JARRA N° 02	JARRA N° 03	JARRA N° 04	JARRA N° 05	JARRA N° 06
CONCENTRACIÓN	mg/L	40	45	50	55	60	65
VOLUMEN	ml	8.0	9.0	10.0	11.0	12.0	13.0


PARÁMETROS DE OPERACIÓN

OPERACIÓN	VELOCIDAD	TIEMPO
Mezcla Rápida	300	60 segundos
	100	90 segundos
Floculación	40	15 minutos
Decantación	0	10 minutos
Filtración	0	20 minutos

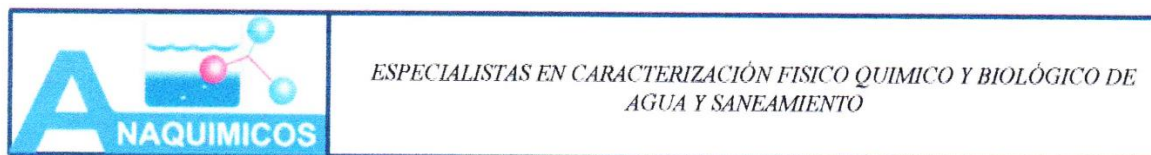
PARÁMETROS FINALES - DECANTACIÓN

PARÁMETROS FINALES	JARRA N° 01	JARRA N° 02	JARRA N° 03	JARRA N° 04	JARRA N° 05	JARRA N° 06
Turbiedad (NTU)	11.2	8.4	12.6	2.40	13.4	10.9
pH (Unidad)	6.60	6.68	6.65	6.70	6.65	6.75
Hierro (mg/L)	0.26	0.23	0.27	0.20	0.27	0.25
Dureza (mg/L)	27.0	25.0	23.0	22.0	25.0	27.0
Color (UCV-Pt/Co)	20.0	18.0	24.0	14.0	18.0	16.0
Temperatura (°C)	22.4	22.4	22.4	22.4	22.4	22.5
Conductividad (μs/cm)	30.0	28.0	32.0	26.0	32.0	27.0

ANAQUIMICOS SERVICIOS GENERALES S.R.L.


Ing. Samuel López Chávez
CIP: N° 140674
TITULAR GERENTE

ANEXO 10
INFORME DE ANALISIS N° 169



INFORME DE ANÁLISIS N° 169 -2017/ANAQUIMICOS/CC

SOLICITANTE : Karla Rojas Colmenares
 Víctor Manuel Baldera Velásquez
PROYECTO : Determinación de la Capacidad de Biosorción de Hierro (Fe) usando Biomasa *Saccharomyces uvarum* y *S.cerevisiae* a partir del desecho del proceso industrial de la cerveza, en el Tratamiento del agua de la quebrada Juninguillo la Mina, Moyobamba 2016.
MUESTRA : 01
FECHA DE TOMA DE MUESTRA : 30/06/2017
HORA TOMA DE MUESTRA : 9:50 a.m
MUESTREO : Por el Solicitante.
FECHA DE EMISIÓN : 30-06-2017

RESULTADOS DE PARÁMETROS INICIALES DEL AGUA CRUDA DE LA QUEBRADA JUNINGUILLO

PARÁMETRO	UNIDAD	RESULTADOS
Turbiedad	NTU	32.0
pH	Unidad	6.91
Hierro	mg/L	0.88
Dureza	mg/L	42.0
Color	UCV-Pt/Co	30.0
Temperatura	°C	22.8
Conductividad	μS/cm	36.0

ANAQUIMICOS SERVICIOS GENERALES E.I.R.L.

 Ing. Samuel López Chávez
 CIP: N° 140674
 TITULAR GERENTE



ESPECIALISTAS EN CARACTERIZACIÓN FÍSICO QUÍMICO Y BIOLÓGICO DE
AGUA Y SANEAMIENTO

SESIÓN EXPERIMENTAL

FECHA: 30-06-2017

HORA: 10:05 a.m

PREPARACIÓN

COAGULANTE	CANTIDAD	UNIDAD	AGUA DESTILADA	mg/L
<i>Saccharomyces uvarum</i> y <i>S.cerevisiae</i> al 2.5%	25	gr.	1000 ml	25000

DOSIFICACIÓN DEL COAGULANTE

SOLUCIÓN		JARRA N° 01	JARRA N° 02	JARRA N° 03	JARRA N° 04	JARRA N° 05	JARRA N° 06
CONCENTRACIÓN	mg/L	48	53	58	63	68	73
VOLUMEN	ml	9.6	10.6	11.6	12.6	13.6	14.6

PARÁMETROS DE OPERACIÓN

OPERACIÓN	VELOCIDAD	TIEMPO
Mezcla Rápida	300	60 segundos
	100	90 segundos
Floculación	40	15 minutos
Decantación	0	10 minutos
Filtración	0	20 minutos

PARÁMETROS FINALES - DECANTACIÓN

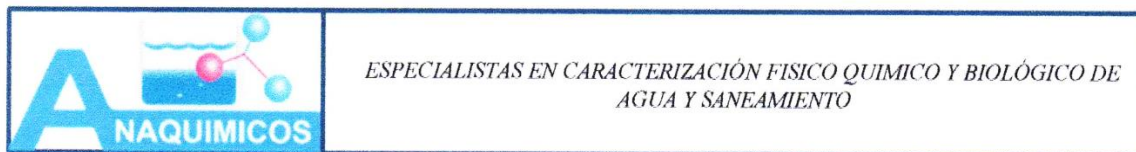
PARÁMETROS FINALES	JARRA N° 01	JARRA N° 02	JARRA N° 03	JARRA N° 04	JARRA N° 05	JARRA N° 06
Turbiedad (NTU)	15.6	11.2	13.7	8.40	3.5	10.2
pH (Unidad)	6.82	6.75	6.70	6.78	6.73	6.77
Hierro (mg/L)	0.26	0.24	0.25	0.22	0.20	0.23
Dureza (mg/L)	25.0	23.0	24.0	21.0	19.0	22.0
Color (UCV-Pt/Co)	17.0	15.0	14.0	13.0	12.0	14.0
Temperatura (°C)	22.4	22.3	22.4	22.3	22.4	22.4
Conductividad (µs/cm)	25.0	22.0	24.0	20.0	18.0	23.0

ANAQUIMICOS SERVICIOS GENERALES S.R.L.


Ing. Samuel López Chávez
CIP: N° 140874
TITULAR GERENTE

ANEXO 11

INFORME DE ANALISIS N° 170



INFORME DE ANÁLISIS N° 170 -2017/ANAQUIMICOS/CC

SOLICITANTE	: Karla Rojas Colmenares Victor Manuel Baldera Velásquez
PROYECTO	:Determinación de la Capacidad de Biosorción de Hierro (Fe) usando Biomasa <i>Saccharomyces uvarum</i> y <i>S.cerevisiae</i> a partir del desecho del proceso industrial de la cerveza, en el Tratamiento del agua de la quebrada Juninguillo la Mina, Moyobamba 2016.
MUESTRA	: 01
FECHA DE TOMA DE MUESTRA	: 15/07/2017
HORA TOMA DE MUESTRA	: 10:20 a.m
MUESTREADO	: Por el Solicitante.
FECHA DE EMISIÓN	: 15-07-2017

RESULTADOS DE PARÁMETROS INICIALES DEL AGUA CRUDA DE LA QUEBRADA JUNINGUILLO

PARÁMETRO	UNIDAD	RESULTADOS
Turbiedad	NTU	46.0
pH	Unidad	7.10
Hierro	mg/L	0.95
Dureza	mg/L	50.0
Color	UCV-Pt/Co	38.0
Temperatura	°C	22.7
Conductividad	μS/cm	40.0

ANAQUIMICOS SERVICIOS GENERALES S.R.L.


Ing. Samuel López Chávez
CIP: N° 140874
TITULAR GERENTE



ESPECIALISTAS EN CARACTERIZACIÓN FÍSICO QUÍMICO Y BIOLÓGICO DE
AGUA Y SANEAMIENTO

SESIÓN EXPERIMENTAL

FECHA: 15-07-2017

HORA: 10:38 a.m

PREPARACIÓN

COAGULANTE	CANTIDAD	UNIDAD	AGUA DESTILADA	mg/L
<i>Saccharomyces uvarum</i> y <i>S.cerevisiae</i> al 2.6%	26	gr.	1000 ml	26000

DOSIFICACIÓN DEL COAGULANTE

SOLUCIÓN		JARRA N° 01	JARRA N° 02	JARRA N° 03	JARRA N° 04	JARRA N° 05	JARRA N° 06
CONCENTRACIÓN	mg/L	64	69	74	79	84	89
VOLUMEN	ml	12.8	13.8	14.8	15.8	16.8	17.8

PARÁMETROS DE OPERACIÓN

OPERACIÓN	VELOCIDAD	TIEMPO
Mezcla Rápida	300	60 segundos
	100	90 segundos
Floculación	40	15 minutos
Decantación	0	10 minutos
Filtración	0	20 minutos

PARÁMETROS FINALES - DECANTACIÓN

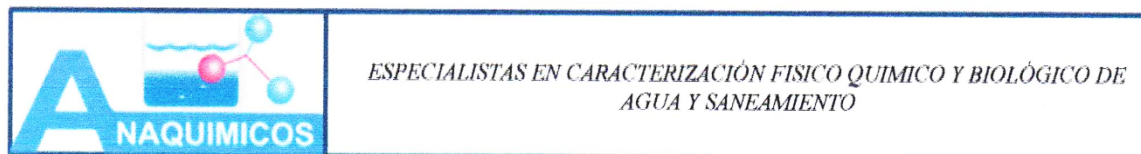
PARÁMETROS FINALES	JARRA N° 01	JARRA N° 02	JARRA N° 03	JARRA N° 04	JARRA N° 05	JARRA N° 06
Turbiedad (NTU)	29.9	14.9	18.5	12.40	8.9	3.0
pH (Unidad)	6.80	6.86	6.88	6.89	6.87	6.90
Hierro (mg/L)	0.24	0.22	0.25	0.20	0.21	0.19
Dureza (mg/L)	26.0	24.0	26.0	20.0	15.0	12.0
Color (UCV-Pt/Co)	15.0	12.0	14.0	11.0	113.0	14.0
Temperatura (°C)	22.3	22.3	22.4	22.3	22.2	22.4
Conductividad (μs/cm)	22.8	22.7	22.5	22.7	22.6	22.7

ANAQUIMICOS SERVICIOS GENERALES S.R.L.


Ing. Samuel López Chávez
CIP: N° 140874
TITULAR GERENTE

ANEXO 12

INFORME DE ANALISIS N° 171



INFORME DE ANÁLISIS N° 171 -2017/ANAQUIMICOS/CC

SOLICITANTE : Karla Rojas Colmenares
 Víctor Manuel Baldera Velásquez

PROYECTO : Determinación de la Capacidad de Biosorción de Hierro (Fe) usando Biomasa *Saccharomyces uvarum* y *S.cerevisiae* a partir del desecho del proceso industrial de la cerveza, en el Tratamiento del agua de la quebrada Juninguillo la Mina, Moyobamba 2016.

MUESTRA : 01

FECHA DE TOMA DE MUESTRA : 30/07/2017

HORA TOMA DE MUESTRA : 10:35 a.m

MUESTREADO : Por el Solicitante.

FECHA DE EMISIÓN : 30-07-2017

RESULTADOS DE PARÁMETROS INICIALES DEL AGUA CRUDA DE LA QUEBRADA JUNINGUILLO

PARÁMETRO	UNIDAD	RESULTADOS
Turbiedad	NTU	26.0
pH	Unidad	6.80
Hierro	mg/L	0.60
Dureza	mg/L	29.0
Color	UCV-Pt/Co	30.0
Temperatura	°C	22.0
Conductividad	μS/cm	35.0

ANAQUIMICOS SERVICIOS GENERALES E.I.R.L.



Ing. Samuel López Chávez
 CIP: N° 140674
 TITULAR GERENTE



ESPECIALISTAS EN CARACTERIZACIÓN FÍSICO QUÍMICO Y BIOLÓGICO DE
AGUA Y SANEAMIENTO

SESIÓN EXPERIMENTAL

FECHA: 30-07-2017

HORA: 12:00 p.m

PREPARACIÓN

COAGULANTE	CANTIDAD	UNIDAD	AGUA DESTILADA	mg/L
<i>Saccharomyces uvarum</i> y <i>S.cerevisiae</i> al 2.8%	28	gr.	1000 ml	28000

DOSIFICACIÓN DEL COAGULANTE

SOLUCIÓN		JARRA N° 01	JARRA N° 02	JARRA N° 03	JARRA N° 04	JARRA N° 05	JARRA N° 06
CONCENTRACIÓN	mg/L	67	72	77	82	87	92
VOLUMEN	ml	13.4	14.4	15.4	16.4	17.4	18.4

PARÁMETROS DE OPERACIÓN

OPERACIÓN	VELOCIDAD	TIEMPO
Mezcla Rápida	300	60 segundos
	100	90 segundos
Floculación	40	15 minutos
Decantación	0	10 minutos
Filtración	0	20 minutos

PARÁMETROS FINALES - DECANTACIÓN

PARÁMETROS FINALES	JARRA N° 01	JARRA N° 02	JARRA N° 03	JARRA N° 04	JARRA N° 05	JARRA N° 06
Turbiedad (NTU)	8.0	6.5	1.7	2.6	8.5	7.5
pH (Unidad)	6.80	6.78	6.85	6.70	6.79	6.79
Hierro (mg/L)	0.16	0.14	0.10	0.11	0.18	0.16
Dureza (mg/L)	12.0	11.0	10.0	11.0	13.0	12.0
Color (UCV-Pt/Co)	6.0	5.0	3.0	4.0	7.0	8.0
Temperatura (°C)	22.1	22.2	22.3	22.2	22.3	22.3
Conductividad (µs/cm)	18.2	15.0	12.7	13.2	18.6	15.6

ANAQUIMICOS SERVICIOS GENERALES S.R.L.

Samuel López Chávez
Ing. Samuel López Chávez
CIP: N° 140674
TITULAR GERENTE

ANEXO 13
INFORME DE ANALISIS N° 172



ESPECIALISTAS EN CARACTERIZACIÓN FÍSICO QUÍMICO Y BIOLÓGICO DE
 AGUA Y SANEAMIENTO

INFORME DE ANÁLISIS N° 172-2017/ANAQUIMICOS/CC

SOLICITANTE : Karla Rojas Colmenares
 Víctor Manuel Baldera Velásquez

PROYECTO : Determinación de la Capacidad de Biosorción de Hierro (Fe) usando Biomasa *Saccharomyces uvarum* y *S. cerevisiae* a partir del desecho del proceso industrial de la cerveza, en el Tratamiento del agua de la quebrada Juninguillo la Mina, Moyobamba 2016.

MUESTRA : 01

FECHA DE TOMA DE MUESTRA : 15/08/2017

HORA TOMA DE MUESTRA : 11:40 a.m

MUESTREADO : Por el Solicitante.

FECHA DE EMISIÓN : 15-08-2017

RESULTADOS DE PARÁMETROS INICIALES DEL AGUA CRUDA DE LA QUEBRADA JUNINGUILLO

PARÁMETRO	UNIDAD	RESULTADOS
Turbiedad	NTU	22.0
pH	Unidad	7.12
Hierro	mg/L	0.80
Dureza	mg/L	20.0
Color	UCV-Pt/Co	23.0
Temperatura	°C	21.9
Conductividad	µS/cm	24.0

ANAQUIMICOS SERVICIOS GENERALES S.R.L.

 Ing. Samuel López Chávez
 CIP: N° 140674
 TITULAR GERENTE



ESPECIALISTAS EN CARACTERIZACIÓN FÍSICO QUÍMICO Y BIOLÓGICO DE
AGUA Y SANEAMIENTO

SESIÓN EXPERIMENTAL

FECHA: 15-08-2017

HORA: 12:05 p.m

PREPARACIÓN

COAGULANTE	CANTIDAD	UNIDAD	AGUA DESTILADA	mg/L
<i>Saccharomyces uvarum</i> y <i>S.cerevisiae</i> al 2.9%	29	gr.	1000 ml	29000

DOSIFICACIÓN DEL COAGULANTE

SOLUCIÓN		JARRA N° 01	JARRA N° 02	JARRA N° 03	JARRA N° 04	JARRA N° 05	JARRA N° 06
CONCENTRACIÓN	mg/L	40	60	70	80	90	100
VOLUMEN	ml	8	12	14	16	18	20

PARÁMETROS DE OPERACIÓN

OPERACIÓN	VELOCIDAD	TIEMPO
Mezcla Rápida	300	60 segundos
	100	90 segundos
Floculación	40	15 minutos
Decantación	0	10 minutos
Filtración	0	20 minutos

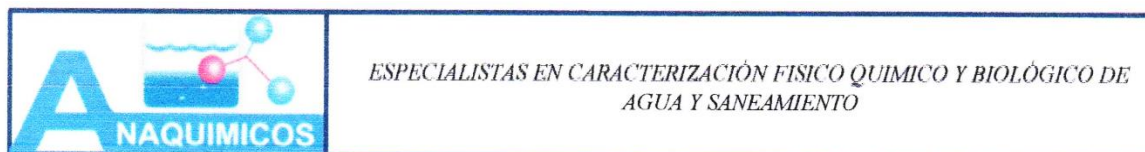
PARÁMETROS FINALES - DECANTACIÓN

PARÁMETROS FINALES	JARRA N° 01	JARRA N° 02	JARRA N° 03	JARRA N° 04	JARRA N° 05	JARRA N° 06
Turbiedad (NTU)	6.0	8.0	1.8	5.0	7.0	8.7
pH (Unidad)	6.72	6.80	6.78	6.75	6.77	6.75
Hierro (mg/L)	0.22	0.18	0.10	0.14	0.16	0.18
Dureza (mg/L)	14.0	12.0	11.0	12.0	14.0	16.0
Color (UCV-Pt/Co)	10.0	12.0	5.0	8.0	10.0	12.0
Temperatura (°C)	22.1	22.0	22.0	22.1	22.0	22.2
Conductividad (μ s/cm)	19.2	17.0	15.7	16.4	16.6	17.8

ANAQUIMICOS SERVICIOS GENERALES S.R.L.


Ing. Samuel López Chávez
CIP: N° 140874
TITULAR GERENTE

ANEXO 14
INFORME DE ANALISIS N° 173



INFORME DE ANÁLISIS N° 173-2017/ANAQUIMICOS/CC

SOLICITANTE : Karla Rojas Colmenares
 Víctor Manuel Baldera Velásquez

PROYECTO : Determinación de la Capacidad de Biosorción de Hierro (Fe) usando Biomasa *Saccharomyces uvarum* y *S.cerevisiae* a partir del desecho del proceso industrial de la cerveza, en el Tratamiento del agua de la quebrada Juningullo la Mina, Moyobamba 2016.

MUESTRA : 01

FECHA DE TOMA DE MUESTRA : 30/08/2017

HORA TOMA DE MUESTRA : 11:20 a.m

MUESTREO : Por el Solicitante.

FECHA DE EMISIÓN : 30-08-2017

RESULTADOS DE PARÁMETROS INICIALES DEL AGUA CRUDA DE LA QUEBRADA JUNINGULLO

PARÁMETRO	UNIDAD	RESULTADOS
Turbiedad	NTU	39.0
pH	Unidad	7.3
Hierro	mg/L	0.88
Dureza	mg/L	25.0
Color	UCV-Pt/Co	20.0
Temperatura	°C	22.2
Conductividad	µS/cm	26.0

ANAQUIMICOS SERVICIOS GENERALES E.I.R.L.


 Ing. Samuel López Chávez
 CIP: N° 140674
 TITULAR GERENTE



ESPECIALISTAS EN CARACTERIZACIÓN FÍSICO QUÍMICO Y BIOLÓGICO DE
AGUA Y SANEAMIENTO

SESIÓN EXPERIMENTAL

FECHA: 30-08-2017

HORA: 12:00 p.m

PREPARACIÓN

COAGULANTE	CANTIDAD	UNIDAD	AGUA DESTILADA	mg/L
<i>Saccharomyces uvarum</i> y <i>S.cerevisiae</i> al 3.0 %	30	gr.	1000 ml	30000

DOSIFICACIÓN DEL COAGULANTE

SOLUCIÓN	JARRA N° 01	JARRA N° 02	JARRA N° 03	JARRA N° 04	JARRA N° 05	JARRA N° 06
CONCENTRACIÓN mg/L	45	65	75	85	95	105
VOLUMEN ml	9	13	15	17	19	21

PARÁMETROS DE OPERACIÓN

OPERACIÓN	VELOCIDAD	TIEMPO
Mezcla Rápida	300	60 segundos
	100	90 segundos
Floculación	40	15 minutos
Decantación	0	10 minutos
Filtración	0	20 minutos

PARÁMETROS FINALES - DECANTACIÓN

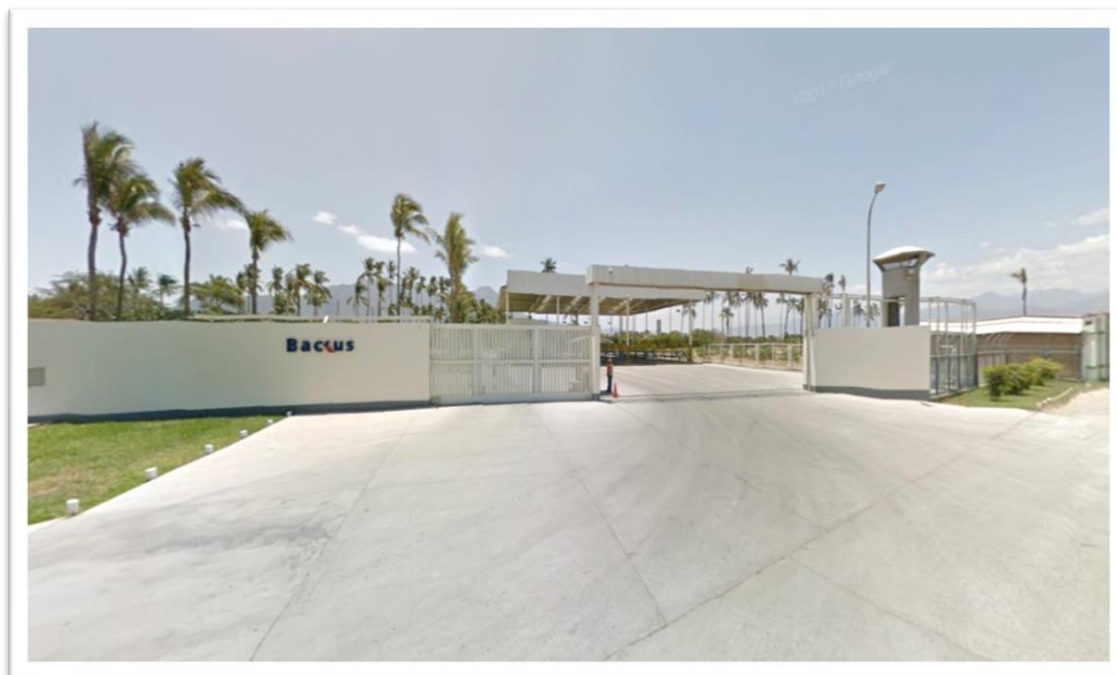
PARÁMETROS FINALES	JARRA N° 01	JARRA N° 02	JARRA N° 03	JARRA N° 04	JARRA N° 05	JARRA N° 06
Turbiedad (NTU)	7.2	9.0	5.0	4.0	8.0	10.7
pH (Unidad)	6.85	6.80	6.87	6.70	6.78	6.73
Hierro (mg/L)	0.20	0.16	0.12	0.11	0.16	0.19
Dureza (mg/L)	16.0	13.0	11.0	10.0	13.0	18.0
Color (UCV-Pt/Co)	8.0	9.0	6.0	4.0	9.0	11.0
Temperatura (°C)	22.5	22.4	22.5	22.5	22.5	22.4
Conductividad (μs/cm)	15.2	16.0	15.7	14.4	15.6	16.8

ANAQUÍMICOS SERVICIOS GENERALES E.I.A.L.


Ing. Samuel López Chávez
CIP: N° 140674
TITULAR GERENTE

ANEXO 15

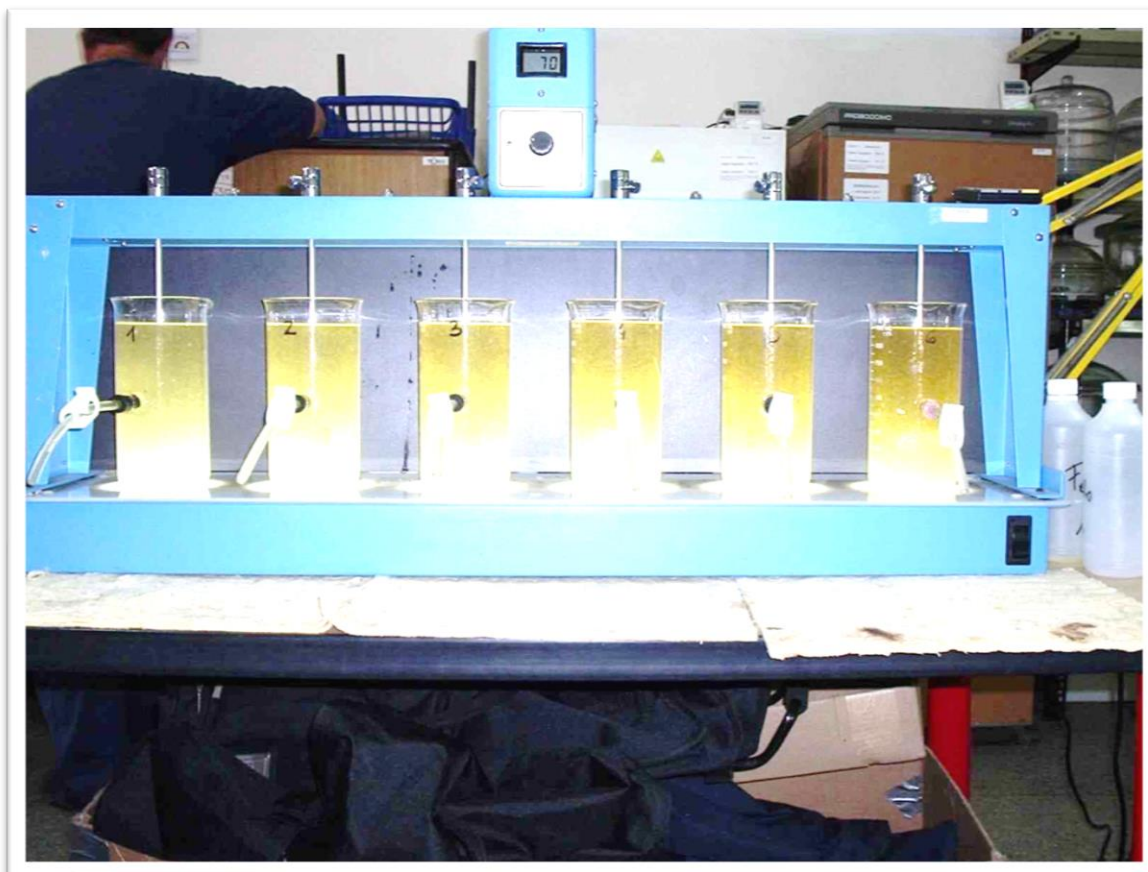
PANEL FOTOGRÁFICO



Fotografía 1. Industria Cervecera BACKUS JOHNSTON Av. Industrial Ricardo Bentín Mujica N° 1101, Motupe. Lambayeque.



Fotografía 2. Recolección de muestra de la Industria Cervecera BACKUS JOHNSTON, planta Motupe. Lambayeque.



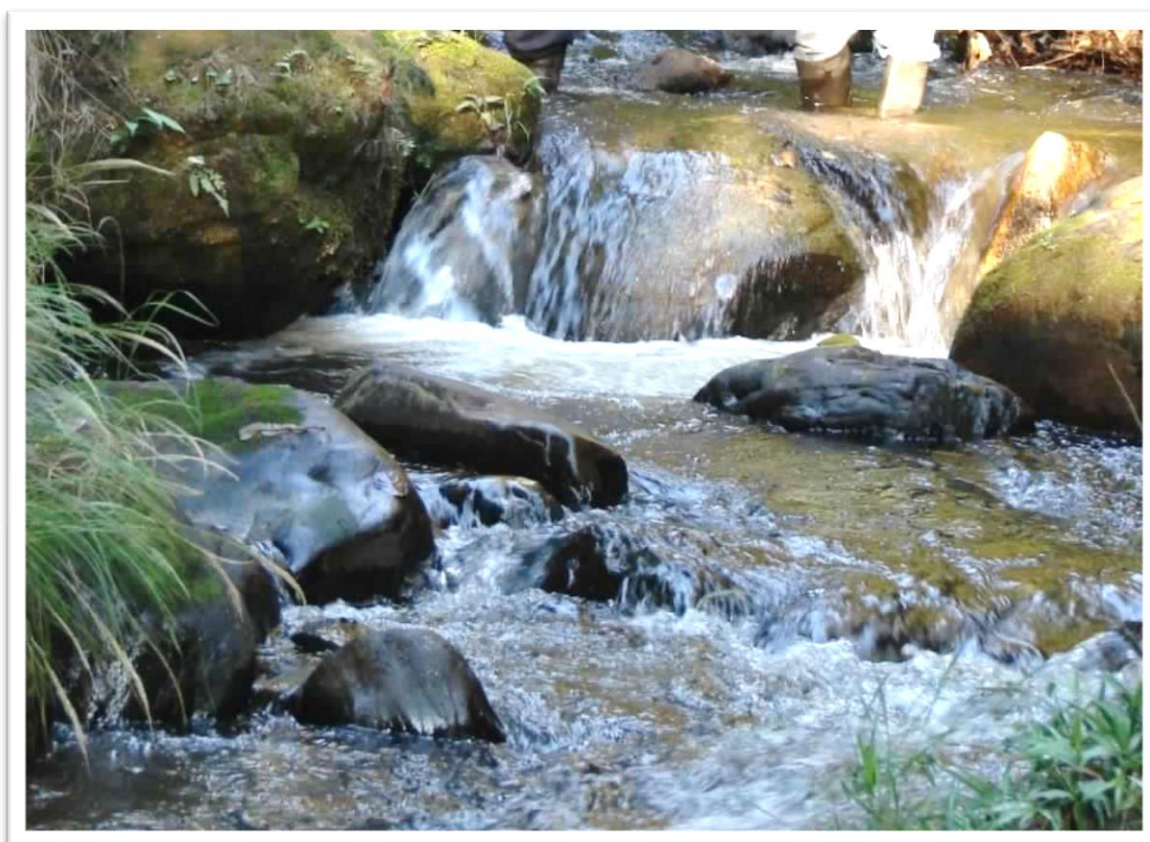
Fotografía 3. Prueba de Jarras, equipo EPS MOYOBAMBA.



Fotografía 4. Equipos para medición de parámetros - laboratorio EPS MOYOBAMBA.



Fotografía 5. Preparación de la Biomasa



Fotografía 6. Fuente de muestra de agua, Quebrada Juninguillo la Mina - Moyobamba